Aus dem Botanischen Garten der Universität Breslau.

Beiträge zur Blattanatomie der Cupressineen.

Inaugural-Dissertation

veröffentlicht

mit Genehmigung der Hohen philosophischen Fakultät
der Königl. Universität Breslau

von

Alfred Prause

Freitag, den 16. Juli 1909, vormittags 11½ Uhr
im Musiksaal der Universität

Vortrag:

Die geschichtliche Entwickelung der Lehre von der Sexualität bei den Kryptogamen

und Promotion.

Breslau 1909.
Druck von Wilh. Gottl. Korn

Gedruckt mit Genehmigung der hohen philosophischen Fakultät der Königl. Universität Breslau.

Referent: Prof. Dr. *F. Pax.*

Tag der mündlichen Prüfung: 23. Juni 1909.

Meinen lieben Eltern.

Die anatomischen Eigenschaften der Cupressineen haben systematisch noch keine Verwendung in weiterem Umfange gefunden. Dies mag dem Umstande zuzuschreiben sein, daß eine Gruppe, welche in ihren Vegetationsorganen so einheitlich gebaut erscheint, auch anatomisch größere Verschiedenheiten nicht versprach. Wenn man dagegen das große Areal der Cupressineen berücksichtigt, das in seinen einzelnen Teilen recht verschiedene klimatische Bedingungen der Pflanzenwelt bietet, so dürfte eine derartige Untersuchung doch nicht so ganz aussichtslos sein. Auch die Frage, inwieweit die Retinisporaformen im anatomischen Bau sich mit den Altersblättern decken, bedarf noch einer Klarstellung.

I. Anatomie des Cupressineenblattes.

A. Die Gewebesysteme.

Bei der folgenden Untersuchung wurden vorzugsweise die durch begrenzte Wachstumsdauer ausgezeichneten Kurztriebe berücksichtigt. Diese stehen den durch unbegrenztes Dicken- und Längenwachstum, also starke axiale Entwickelung zeigenden Langtrieben gegenüber.

Der Bau der Zweige ist radiär oder bilateral. Demgemäß sind die Blätter bei ersteren sämtlich von gleicher Form, bei letzteren wenigstens die eines Wirtels.

Sämtliche Arten der Gattungen Thuya, Thuyopsis, Chamaecyparis, sowie aus der Gattung Libocedrus die in unseren Gartenanlagen häufig kultivierte L. decurens zeigen einen ausgesprochen dorsiventralen Bau der Sprosse. Sie tragen zwei verschiedene Wirtelformen. Die

Blätter des einen Quirls sind flach und der Achse angepreßt, während die des anderen kahnförmig gebogen sind. Die Ebene, welche die morphologische Ober- und Unterseite trennt, geht durch die Mediane der beiden Kantenblätter, so daß das eine Flächenblatt der Oberseite, das andere der Unterseite angehört. Nur an den Kurztrieben zeigen jedoch die dorsiventralen Cupressineen die erwähnte morphologische Differenzierung. Ihre Langtriebe sind immer radiär gebaut, ebenso wie die der bilateralen Arten.

Mit dieser morphologischen Gliederung hängt der anatomische Bau des Blattes innig zusammen.

Die Blätter der Langtriebe zeigen einen viel einfacheren Bau.

I. Das Hautsystem.

Die Epidermis besteht aus einer einfachen Schicht in der Längsrichtung des Blattes gestreckter Zellen. Ihre Form weicht von der anderer Coniferen im allgemeinen nicht ab, wie schon *Thomas*[1]) hervorhebt. Die radialen Wände zeigen auch bei den von *Klemm*[2]) noch nicht untersuchten Arten Tüpfel, welche mit denen der benachbarten Zelle korrespondieren. Alle Epidermiszellen besitzen an der Außenwand eine mehr oder minder dicke Cuticula mit dreifacher Schichtung.

Die zuerst von *Thomas*[3]) falsch gedeuteten, von *Solms-Laubach*[4]) näher bei Juniperusarten, Libocedrus Doniana und Thuya orientalis untersuchten Einlagerungen von Kalkoxalat sind bei allen Cupressineen vorhanden. Die Krystalle liegen immer direkt in der Cuticula nahe der Oberfläche, während sie in den Cuticularschichten fehlen. Ihre Größe auch bei den Arten, wo sie am stärksten ausgebildet sind (Libocedrus Doniana), überschreitet nicht

[1]) *F. Thomas*, Zur vergl. Anat. der Coniferen-Laubblätter. Pringsheims Jahrb. IV. p. 25.

[2]) *P. Klemm*, Über den Bau der beblätterten Zweige d. Cupressineen. Pringsheims Jahrb. 17. p. 506.

[3]) *Thomas* l. c. p. 27.

[4]) *H. Solms-Laubach*, Über einige geformte Vorkommnisse oxalsauren Kalkes in lebenden Zellmembranen. Bot. Ztg. 1871. p. 509.

2 μ. Die Größe der Epidermiszellen schwankt erheblich. Ihre größte Länge erreichen sie auf der Unterseite der Nadelblätter, welche eine Mittelrippe ausbilden. Während sie einerseits im allgemeinen nicht mehr als 150 μ lang werden, gehen sie andererseits bis zu einer Minimalgrenze von nur 36 μ bei Fitzroya patagonica herab. Die Gattungen Callitris und Thuya zeichnen sich durch kleine Epidermiszellen aus mit einer Länge von 50 μ. Nur bei Callitris natalensis werden sie 200 μ lang. Die tangentiale Breite ist gewöhnlich der fünfte bis sechste Teil der Länge.

Die Cuticula erreicht in ihrer Dicke ein Maximum von 20 μ, was bei der Gattung Actinostrobus konstant wird, in den übrigen Gattungen aber sehr schwankt. Bei allen Vertretern der Gattung Thuya geht die Dicke auf das Minimum von 5 μ herab.

Die Cupressineen haben mit den Abietineen das Auftreten eines wachsartigen Überzuges gemeinsam, der bei allen untersuchten Arten festgestellt wurde. An Herbarexemplaren entzieht sich dieser leicht der Beobachtung, läßt sich aber gegenüber den Angaben *Klemms*[1]) doch überall nachweisen. Die Wachsschicht ist von zahlreichen Sprüngen durchsetzt, durchsichtig, rissig, spröde und läßt die Schließzellen der Spaltöffnungen frei.

Endlich zeigen jene Stellen, wo Teile der Blätter übereinander greifen, eine Vorwölbung der Epidermiszellen mit ihrer Cuticula, besonders dort, wo Flächen- und Kantenblätter einander decken und zugleich die Spaltöffnungen liegen. Sie scheinen den Zweck zu haben, ein Zusammenpressen der Blätter zu verhindern, um den Luftzutritt in das Innere zu ermöglichen.

Nur bei Callitris quadrivalvis und C. robusta wachsen diese Verdickungen zu haarartigen Bildungen aus, die schon *Klemm*[2]) für letztere festgestellt hatte. Die 30 μ langen Haare greifen zahnartig ineinander.

---

[1]) *Klemm*, l. c. p. 505.
[2]) *P. Klemm*, l. c. p. 505.

II. Das Assimilationssystem.

Das Mesophyll der Blätter gliedert sich in palisadenartig ausgebildetes Assimilationsparenchym, Zuleitungsparenchym und Ableitungsparenchym. Nach der Spitze der Blätter zu verschwindet das Zuleitungsparenchym, da hier der Abstand zwischen Epidermis und Leitbündel sich verringert. Die Palisadenzellen sind in Kurven zur Oberfläche des Organes orientiert und treffen rechtwinkelig auf das Ableitungsparenchym. In der Blattbasis verschwindet diese Differenzierung, und an seine Stelle tritt ein Gewebe runder, chlorophyllärmerer Zellen, welches auch den Langtrieben zukommt. Das Palisadenparenchym liegt immer auf der morphologischen Unterseite und ist bald stärker bald schwächer entwickelt. Diese Tatsache erklärt sich bei den schuppenförmigen Blättern aus ihrer Orientierung gegen das einfallende Licht. Bei den nadelförmigen Blättern, besonders den Arten der Sektion Oxycedrus, die nur solche ausbilden, stellen sich die Zweige meist horizontal, so daß auch hier die Unterseite von der Sonne bestrahlt wird. An den seitlichen Kanten greift die Palisadenschicht am Rande auch auf die Oberseite über.

Bei Juniperus Sekt. Oxycedrus und jenen Arten von Juniperus, welche zwei Spaltöffnungsbänder besitzen, aber auch oft bei anderen, treten über dem Streifen in der Mitte der Oberseite chlorophyllarme Zellen palisadenartig auf, welche gewöhnlich bis an das Gefäßbündel heranreichen.

Die Zellen des Palisadenparenchyms haben lange, zylinderförmige Gestalt. Ihr Chlorophyllgehalt und ihre Länge ist immer an der günstiger beleuchteten Seite stärker entwickelt. So weisen die Blätter eines Quirls bei den bilateralen Cupressineen immer ein an Chlorophyllgehalt aber auch an Zahl der Schichten verschiedenes Palisadenparenchym auf.

Das Zuleitungsparenchym zeigt immer bei radialer Anordnung weite Intercellularräume, weniger Chlorophyllgehalt und ist oft von chlorophyllarmen Zellen besonders bei den Gattungen Cupressus und Chamaecyparis

durchsetzt. Die Länge der Zellen des Zuleitungsgewebes weicht nicht wesentlich von der des Palisadenparenchyms ab. Nur bei Juniperus oxycedrus sind sie in Form und Größe verschieden, isodiametrisch.

Das Ableitungsgewebe tritt immer in Gestalt einer Scheide in der Länge des Blattes gestreckter Zellen auf. Lückenlos umschließt diese Scheide das Gefäßbündel und den Tracheidensaum und folgt ersterem in den Stamm hinab, um sich mit denen der anderen Blätter zu einem Ableitungssystem zu vereinigen.

III. Das Durchlüftungssystem.

Als Schwammparenchym funktionieren die durch große Intercellularräume unterbrochenen Zellen des Zuleitungsgewebes. Zur Ausbildung eines ausgesprochenen Schwammparenchyms kommt es nicht, da die Transpiration stark eingeschränkt ist. Die meisten Arten der Cupressineen tragen Schuppenblätter, bei denen die Spaltöffnungen auf der Oberseite des abstehenden Blatteiles sich entwickeln. Diese ist räumlich so klein, daß nicht wenige sogar auf der Seite des Palisadenparenchyms noch solche ausbilden.

Die Spaltöffnungen sind in ihrer Gestalt und Entwickelung eingehend untersucht worden. Ich verweise auf die Arbeiten von *Mahlert*[1]) und *Strübing*[2]) . Was ihre Lage anbetrifft, so kann man wohl im allgemeinen die Arten der Gattung Juniperus von allen übrigen trennen durch die ausgesprochene Anordnung der Spaltöffnungen in Längsreihen, wobei immer die Längsachse des Spaltes parallel zur Länge des Blattes gerichtet ist. Bei allen übrigen liegen sie in den verschiedensten Winkeln dazu. Wenn nun *Mahlert*[3]) das letzte Moment benützt, um die Cupressineen

---

[1]) *A. Mahlert*, Beiträge zur Kenntnis des Laubbl. der Coniferen mit besonderer Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates. Bot. Centralblatt XXIV. p. 55.

[2]) *O. Strübing*, Die Verteilung der Spaltöffnungen bei Coniferen. Diss. Königsberg 1888. p. 6.

[3]) *A. Mahlert*, l. c. p. 118.

von den übrigen Coniferen zu trennen, so ist dies für Juniperus nicht richtig, abgesehen davon, daß auch die nadelförmigen Jugendblätter dem Gesetze nicht folgen. Die Größe der Spaltöffnungen, welche für jede Art gemessen wurde in Länge und Breite, ist nur sehr wenig schwankend. Die Grenzen liegen in der Länge zwischen 60 μ und 30 μ, in der Breite zwischen 40 μ und 20 μ. Mit den übrigen Coniferen teilen die Cupressineen den Besitz einer großen, äußeren Atemhöhle. Die Schließzellen sind unter die Oberhaut eingesenkt und mit Ausnahme eines Zellulosestreifens immer verholzt.

Früher wurde schon hervorgehoben, daß die Epidermiszellen an jenen Stellen des Blattes, an denen ein Übergreifen des nächstunteren geschieht, eine papillenartige Vorwölbung zeigen. Treten an diesen Stellen Spaltöffnungen auf, so erhalten sie dadurch einen erhöhten Ringwall.

Eine besondere Eigentümlichkeit ist das Auftreten eines schon äußerlich sichtbaren, körnigen Wachsüberzuges, der die Atemhöhle ausfüllt. Der erste, welcher dies beobachtete war *Link*[1]). *Wilhelm*[2]) stellte diesen Überzug für eine große Anzahl Cupressineen fest. Nach *Wullf*[3]) wird das verstopfende Wachs, ähnlich der die Epidermis überziehenden, schon früher erwähnten Schicht, von den die Atemhöhle begrenzenden Zellen ausgeschieden. Durch diesen Wachspfropf wird ein Verschluß der Spalte bewirkt, der ein Verstopfen durch Regen oder Wasser verhindert, aber auch die Kommunikation der Interzellularräume mit der Außenwelt erschwert. Auch die Spaltöffnungen an den Stellen des Blattes, wo eine Deckung durch das tiefer stehende erfolgt, besitzen solche Wachspfropfen. Die innere Atemhöhle entbehrt stets dieser Ausscheidung.

---

[1]) *Link*, Über die Familie Pinus und die europäischen Arten derselben. Abh. d. königl. Berl. Akademie. (1827.) p. 158.

[2]) *K. Wilhelm*, Über eine Eigentümlichkeit der Spaltöffnungen bei Coniferen. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. (1883.) Bd. 1. p. 325.

[3]) *Th. Wullf*, Studien über verstopfte Spaltöffnungen. Österr. bot. Zeitschrift. (1898.) p. 304.

Gehen Spaltöffnungen auf die Assimilationsseite über, so wird durch das Auseinanderweichen zweier Palisadenzellen die Atemhöhle gebildet.

IV. Das Sekretionssystem.

Den Besitz von schizogenen Harzgängen teilen die Cupressineen mit den meisten anderen Coniferen. Ein solcher tritt bei allen Arten mindestens in der Einzahl auf.

Eine einzige Ausnahme bildet Cupressus Goveniana. Hier fehlt der Harzgang ziemlich häufig. Sein Auftreten ist bei dieser Art nicht konstant.

Allgemein ist der Harzgang immer zwischen Gefäßbündel und Epidermis ausgebildet. Wir können hier zwei große Gruppen unterscheiden:

1. Der Harzgang liegt direkt unter der Epidermis und wird durch Mesophyllagen von dem Gefäßbündel getrennt, wobei immer die hypodermale Bastschicht unterbrochen wird.
2. Der Harzgang lehnt sich an das Gefäßbündel an und ist durch das Palisadengewebe von der Epidermis getrennt.

Der erste Fall ist der häufigere. Hierher gehören die Arten von Juniperus, Thuya und Cupressus, ausgenommen Cupressus torulosa. Den zweiten Typus vertreten die Gattungen Actinostrobus, Callitris, Fitzroya, Libocedrus, Chamaecyparis, Thuyopsis und Cupressus torulosa. Beide Fälle sind durch mannigfaltige Übergänge verbunden, indem sich der Harzgang häufig radial so ausdehnt, daß er den ganzen Raum zwischen Gefäßbündel und Epidermis einnimmt. Doch kann man an jüngeren Blättern dann leicht einen der beiden Typen feststellen.

Die Gestalt des Harzganges ist sehr verschieden. Die nadelförmigen Blätter besitzen immer einen langen, engen Gang, dessen Weite oft 4 μ kaum übersteigt, und der durch das ganze Blatt hindurchzieht. In den Schuppenblättern ist er flaschenförmig und liegt mit seinem größeren Ende in der Blattbasis. Mit der Spitze nur ragt er in den

oberen, freien Teil des Blattes. Nicht nur bei den verschiedenen Arten, sondern auch in den verschiedenen Blättern einer Spezies schwankt die Gestalt des Harzganges und auch seine Größe. Beide sind abhängig von der Menge des ausgeschiedenen Harzes. Bei Callitris und einigen Arten der Gattung Cupressus nimmt der Harzbehälter die Form einer kugeligen Drüse an.

Den Innenraum bildet immer eine konzentrische Schicht dünnwandiger Zellen ohne Chlorophyll. Sie sind die Organe, welche das Öl in den Kanal secernieren, wie *Schwabach*[1]) gegenüber *Tschirch*[2]), der diese Fähigkeit der Epithelzellen des Harzganges bestritt, feststellte. Schon beim Entstehen des Sekretbehälters zeigt sich diese Zellenschicht, von dem übrigen Gewebe allerdings noch schwer zu unterscheiden, aber dadurch, daß sie einen kleinen Spalt zwischen ihren Elementen trägt, erkennbar von dem übrigen Gewebe. Der kleine Intercellularraum nimmt mit der Menge des gebildeten Sekretes rasch an Größe zu.

Wenn auch in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle das Blatt nur einen median liegenden Harzgang besitzt, somit die Einzahl dieses Sekretbehälters die Regel bildet, so kommt es doch nicht ganz selten vor, daß das Blatt auch mehrere Harzgänge besitzt. Dieser Typus erscheint in mehreren Modifikationen:

1. Der Querschnitt des Blattes zeigt einen medianen und zwei seitliche Harzgänge. Schon *Thomas*[3]) und *Klemm*[4]) hatten dies Verhalten für Chamaecyparis nutkaensis, Ch. pisifera und Ch. obtusa gefunden. Ich kann als weitere Beispiele Callitris Balansae und Chamaecyparis Lawsoniana hinzufügen. Insbesondere wird die Gattung Thuya durch dieses

---

[1]) *E. Schwabach*, Zur Kenntnis der Harzabscheidungen in Coniferennadeln. Ber. d. deutsch. bot. Ges. (1889) Bd. XVII p. 292.

[2]) *A. Tschirch*, Über den Ort der Öl- bezw. Harzbildung bei den schizogenen Sekretbehältern. Ber. d. deutsch. bot. Ges. (1893) Bd. XI p. 202.

[3]) *F. Thomas*, l. c. p. 53.

[4]) *P. Klemm*, l. c. p. 534.

Merkmal charakterisiert; denn nur Thuya plicata mit immer nur einem medianen Sekretbehälter macht hier eine Ausnahme.

2. Einige Arten von Callitris und Chamaecyparis, die später noch erwähnt werden, besitzen gelegentlich nur seitliche Harzgänge. Es fehlt also bei ihnen der median liegende.
3. Bei einer Anzahl von Cupressineen löst sich der mediane Harzgang in zwei übereinander stehende Behälter auf. Dies hatte *Thomas*[1]) bei Thuya occidentalis gefunden. Es tritt aber oft auch bei Thuya gigantea und Callitris robusta ein. Hier fehlen also die seitlichen Gänge.
4. Thuya occidentalis und Th. Standishi besitzen im Blatt außer den zwei median übereinander stehenden Behältern noch zwei seitliche Sekretgänge.

Ein Vergleich der seitlichen mit dem medianen Hauptgange zeigt ohne weiteres die bedeutenderen Dimensionen des letzteren gegenüber den ersteren sowohl in der Länge als in der Breite.

Einige Juniperus-Arten zeigen auch einen Harzgang im Stamme, der jedoch nie mit dem des Blattes in Verbindung tritt, obwohl er in der Richtung des herablaufenden Blattes sich fortsetzt. Nur J. communis bildet eine Ausnahme. Der Sekretgang des Blattes kommuniziert mit dem des Stammes, wie schon *Tschirch*[2]) festgestellt hat.

Das Harz tritt besonders in den schuppenförmigen Blättern in die Zellen des Mesophylls aus. Das gelbliche Sekret erfüllt meistens die Scheide des Harzganges. Die alten, fast abgestorbenen Blätter sind immer vollständig durchtränkt damit.

Außer den Harzbehältern sind auch Schleimzellen in den Blättern ausgebildet. Allerdings sind sie auf die Gattung Thuya beschränkt. Bei Th. occidentalis und

---

[1]) *F. Thomas*, l. c. p. 50.

[2]) *A. Tschirch*, Angewandte Pflanzenanatomie (1889) p. 488.

plicata sind sie häufiger, bei Th. gigantea und Standishi nur selten. Sie liegen immer im Zuleitungsgewebe.

V. Das Leitungssystem.

Die Gefäßbündel im Blatte der Kurztriebe bilden schon im ersten Jahre ihr Cambium zu Dauergewebe um und erhalten dadurch eine große Einförmigkeit. Das Xylem besteht aus Querreihen von Tracheiden mit ring- und spiralförmigen Verdickungen. Das Phloem weist konzentrische Schichten von abwechselnd auftretenden Siebröhren, Phloemparenchymzellen und Bastfasern auf. Oft umgibt den Gefäßstrang eine Schicht verdickter Parenchymzellen. Er ist tief in das Mesophyll eingesenkt und entbehrt der feinen Verzweigungen.

Um eine gleichmäßige Abgabe des Wassers an das Mesophyll des Blattes zu erleichtern, wird der sogenannte Tracheidensaum ausgebildet. Auf dem Querschnitt tritt er flügelartig an die beiden Seiten des Xylems heran und springt in das Zuleitungsgewebe ein. In seiner Längsrichtung läuft er parallel mit den Blatträndern. Seine Elemente sind Tracheiden, deren Gestalt innerhalb bestimmter Grenzen schwankt. Je mehr sie sich dem Xylem nähern, werden sie nicht nur länger, sondern versetzen auch ihre Tüpfel an die Radialwände. Je mehr sie sich vom Xylem entfernen, nimmt ihre Länge ab, so daß sie gewöhnlich am Rande nur wenig länger als breit sind. Sie sind dicht geschlossen, in regelmäßigen Längsreihen angeordnet und immer verholzt.

Bei vielen Cupressineen treten im Innern der Zellen des Tracheidensaumes am Rande der Hoftüpfel zapfenartige Fortsätze auf. Auf Grund dieser Verhältnisse lassen sich die Cupressineen in zwei große Gruppen gliedern.

1. In den Zellen des Tracheidensaumes treten nur Hoftüpfel auf. So verhalten sich die Gattungen Thuya, Chamaecyparis, Thuyopsis, Fitzroya und Libocedrus außer L. decurrens.
2. Die Tracheiden zeigen die oben genannten wurmartigen Vorsprünge. So verhalten sich die Gattungen

Cupressus, Juniperus, Actinostrobus, Callitris, ferner Biota orientalis, Libocedrus decurrens. Bei der letzten Art sind sie nur schwach entwickelt. Auch bei der Gattung Cupressus werden sie noch nicht viel größer. Erst die Arten von Juniperus, Actinostrobus, Callitris, sowie Biota orientalis entwickeln die wurmartigen Fortsätze in den Zellen des Tracheidensaumes viel länger und zahlreicher. Oft drei bis vier an Zahl ragen sie vom wallartig erhöhten Rande jedes Hoftüpfels astartig in das Innere vor. An ihrer Spitze verdicken sie sich oft kugelförmig oder biegen sich um. Das Extrem wird bei Callitris quadrivalvis erreicht, wo durch Vereinigung solcher Vorsprünge Querbalken entstehen.

Die von *Scheit*[1]) untersuchte Cupressus thuyoides, welche Hoftüpfel besitzt, gehört nicht zu Cupressus, sondern ist Chamaecyparis sphaeroidea.

Die Bedeutung des oben in seiner Lage beschriebenen Tracheidensamens erblicke ich mit *Haberlandt*[2]) in einem Ersatz der fehlenden Seitennerven der Blätter. Auch *Lignier*[3]) sieht im Tracheidensaume den Rest einer alten seitlichen Verzweigung des Gefäßbündels, die bei den Gymnospermen früher existiert hat, während *Worsdell*[4]) die Tracheiden für Parenchymzellen hält, welche zu Leitzellen umgestaltet wurden. *Bernard*[5]) denkt sich die Zellen des Tracheidensaumes aus Tracheiden entstanden, die sich der Aufgabe angepaßt haben, die fehlenden Nervenzweige zu ersetzen. Jedenfalls basieren diese neueren Forscher auf der Annahme *Haberlandts*.

---

[1]) *M. Scheit*, Die Tracheidensäume der Blattbündel der Coniferen. Diss. Jena. (1883.) p. 13.

[2]) *G. Haberlandt*, Physiolog. Pflanzenanatomie 3. Aufl. (1904) p. 324.

[3]) Vergl. *Bernard*, Le bois centripète dans les feuilles de Conifères. Beihefte z. Bot. Centralblatt (1904) Bd. 17. p. 244.

[4]) Vergl. *Ch. Bernard*, l. c. p. 248.

[5]) *Ch. Bernard*, l. c. p. 254.

VI. Das mechanische System.

Außer den mechanischen Elementen des Gefäßbündels tritt im Blatte der Cupressineen immer eine subepidermale Bastschicht auf. Sie bildet einen Hohlzylinder, der von den Spaltöffnungen und vom Harzgange unterbrochen wird. An den Blatträndern ist sie meist doppelt, oft auch noch stärker entwickelt. Ihre bis zum Schwinden des Lumens verdickten Zellen sind im Querschnitt rundlich, die Längen 20 μ ohne erhebliche Schwankungen. In allen Nadeln und bei den Blättern der Gattung Juniperus zeigt die Bastschicht die reichste Entwickelung. Sie tritt hier am Rande auch auf die Oberseite über und erscheint oft in der Mitte unter dem von Spaltöffnungen freien Streifen.

Die Bastschicht verschwindet an jenen Stellen, wo die Basis des Blattes von dem darunter stehenden gedeckt wird. An dieser Stelle tritt im Mesophyll Collenchym auf, welches nach *Klemm*[1]) die Bastschicht ersetzen soll. Es erfüllt den ganzen Raum zwischen Epidermis und Gefäßbündel, aber es greift auch in das untere Blatt über. Ein mechanischer Schutz ist aber durch das deckende Blatt, welches sich fest anlegt, schon genügend gewährleistet. Das Collenchym scheint eher den Zweck zu haben die Blattspitze des unteren gegen die Basis des oberen Blattes zu pressen.

Eine durch ihre Lage am Rande des Phloems eigentümliche, mechanische Einrichtung sind die dort stehenden Bastzellen. Sie sind charakteristisch für die Gattungen Juniperus, Actinostrobus, Callitris und für Biota orientalis. *Klemm*[1]) will auch bei Arten anderer Gattungen ähnliche Zellen an jener Stelle gefunden haben. Es sind dies aber Zellen der Parenchymscheide, die das Gefäßbündel oft umgibt, und von denen *Klemm* selbst behauptet, sie treten neben den Bastzellen auf. Letztere sind aber von ersteren im Längsschnitt mit ihren zugespitzten Enden

[1]) *P. Klemm*, l. c. p. 507.

[1]) *P. Klemm*, l. c. p. 509.

zu unterscheiden. Zudem sind sie meistens verholzt. Ihre Länge schwankt nicht erheblich.

Endlich findet man im Blatte der Cupressineen auch Steinzellen. Bei einigen Arten hatte sie *Klemm* schon beobachtet. In den Blättern von Juniperus phoenicea stellte sie *Schröter*[1]) fest. Sie wurden noch für Thuya Standishi und Juniperus procera gefunden. In der Gattung Juniperus sind sie sehr stark verdickt und mit Hoftüpfeln versehen. Ganz anders beschaffen sind sie bei Cupressus Benthami und Goveniana. Ihre Gestalt ist kugelförmig oder wenig in die Länge gezogen, und die Wandung nur sehr schwach verdickt, so daß ein großer innerer Hohlraum entsteht. Bei Cupressus glauca, wo *Klemm*[2]) sie beobachtet hat, wurden sie nicht gefunden. Weiter treten Sklerenchymzellen auf in den Blättern von Libocedrus tetragona und chilensis und Callitris iuniperoides und rhomboidea. Ihre Größe erreicht in der ersten Gattung 200 μ in der letzteren das doppelte. Einzig ist die Ausbildung verschieden gestalteter Formen in demselben Blatte. Osteosklereiden und rundliche Steinzellen weist Fitzroya patagonica auf und erhält dadurch ein gutes Charakteristikum. Das von *Klemm*[2]) erwähnte „interparenchymatische Stereom" wurde bei dieser Art nicht gefunden. Vielmehr liegen die Sklerenchymzellen auch hier vereinzelt im Gewebe. Endlich besitzt noch Thuya Standishi Sklereiden.

Die Lage der Steinzellen ist verschieden. Bald fällt ihre Längsachse mit der des Blattes zusammen, bald steht sie senkrecht dazu. Im letzteren Falle bilden sie Querlamellen, welche dem intercellularenreichen Zuleitungsparenchym auf der Oberseite der Blätter Festigkeit gewähren. Im allgemeinen treten sie im Mesophyll besonders gegen die Basis auf, aber auch in der Spitze des Blattes immer zwischen Gefäßbündel und Oberseite.

---

[1]) *C. Schröter* in *O. v. Kirchner, E. Loew, C. Schröter* Lebensgesch. der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Stuttgart (1908). p. 319.

[2]) *P. Klemm*, l. c. p. 511.

Man sieht aus der vorangegangenen Aufzählung, daß die Ausbildung von Steinzellen außerordentlich verschieden und an keine Gattung gebunden ist. Es ist daher das Vorhandensein derselben nur zur Unterscheidung der Arten zu verwenden.

B. Spezielle Betrachtung der einzelnen Gattungen und Arten.

1. *Juniperus.*

Die Gattung ist charakterisiert durch verzweigte oder unverzweigte Verdickungen in den Zellen des Tracheidensaumes. Es entspringen immer mehrere, bis vier astartige Fortsätze am Hoftüpfelwall. Am Rande des Phloems treten in Nadel- wie in Schuppenblättern zwei oder mehrere meist verholzte Bastfasern auf. Der Harzgang liegt nahe der Epidermis und unterbricht die hypodermale Bastschicht. Die Spaltöffnungen sind auf der Oberseite, bei einigen schuppenförmigen Blättern ausnahmsweise auf der Assimilationsseite ausgebildet. Größe der Spaltöffnungen zwischen 55 μ und 35 μ, Dicke der Cuticula zwischen 5 μ und 10 μ. Eine verdickte Parenchymscheide umgibt meistens den Harzgang, der in den Nadeln als Kiel auf der Unterseite des Blattes vorspringt, in den Schuppenblättern eine Einbuchtung bewirkt. Hypodermale Bastschicht 20 μ dick. Die Arten Juniperus phoenicea, J. procera, J. macropoda besitzen Steinzellen.

Sektion I. Sabina Spach.

Juniperus recurva Hamilt. — Untersucht: Himalaja *(Hooker)*. Blätter 2 mm lang. Der Harzgang beginnt 1,2 mm unter der Blattspitze, wird 360 μ lang und 180 μ weit. Die 44 μ großen Spaltöffnungen werden auf der Oberseite von einem $\frac{1}{3}$ der Breite betragenden Streifen ohne hypodermale Bastschicht unterbrochen. Cuticula 9 μ dick. Am Rande des Phloems 1 oder 2 Bastzellen.

Juniperus Pseudo-Sabina Fisch. et Mey. — Untersucht: Baltistan *(Meebold* Nr. 3268). Blätter 8 mm lang.

Harzgang beginnt 3 mm unter der Spitze und endet blind über der Insertion. Unter der Spitze beträgt seine radiale Weite 128 μ, im angewachsenen Teile 800 μ. Epithelschicht verholzt. Zellen der 3 Reihen starken hypodermalen Bastschicht 15 μ dick. Harzgang mit verdickter Parenchymscheide. Die Blattoberseite zeigt einen 200 μ breiten, von Spaltöffnungen freien und mit einer Bastschicht verstärkten Streifen. Am Rande des Phloems drei 15 μ dicke Bastzellen.

Folgeblätter 2 mm lang. Harzgang 600 μ lang. Spaltöffnungen 40 μ lang, 25 μ breit. Der einzige Unterschied besteht in den im angewachsenen Grunde des Blattes auffallend langen, zum Gefäßbündel vom Stamm ziehenden Parenchymzellen mit wenig Clorophyllgehalt.

Juniperus davurica Pall. Untersucht: Usurigebiet *(Maack)*:

a) Jugendblatt. Länge 7 mm. Harzgang beginnt 2,8 mm unter der Spitze und wird 2 mm lang. Weite 222 μ. Eine Scheide von 3 Reihen verdickter Parenchymzellen umgibt ihn. Zellen der hypodermalen Bastschicht schwach verdickt und wenig verholzt. Auf der Blattoberseite eine durch Bastzellen verstärkte Mittelrippe, welche $\frac{1}{3}$ der Blattbreite beträgt.

b) Folgeblatt. Länge 2 mm. Harzgang beginnt 0,8 mm unter der Spitze und wird 0,7 mm lang. Weite $\frac{1}{2}$ mm. Hypodermale Bastzellen 10 μ dick. Spaltöffnungen 35 μ. Am Rande des Phloems 2 Bastzellen. Die beiden Spaltöffnungsfelder bleiben schmal, da das Palisadengewebe auf die Oberseite weit übergreift. Mittelrippe schmal.

Juniperus Sabina L. — Untersucht kultiviertes Material (Baumschule *Guder* - Karlowitz). — Schuppenblätter 6 mm lang, Harzgang 3 mm lang, beginnt 4 mm unter der Spitze. Hypodermale Bastschicht 15 μ dick, greift auf die Oberseite über, welche 2 Spaltöffnungsstreifen trägt. Die Mittelrippe trägt subepidermale Bastzellen, an denen chlorophyllfreie Palisadenzellen ansetzen. Cuticula 7 μ dick. Epidermiszellen 100 μ lang. Am Rande des

Phloems 3 Bastzellen. Spaltöffnungen 34 μ lang, Breite 26 μ.

Juniperus Sabina tamariscifolia Ait. — Untersucht kultiviertes Material (Baumschule *Guder*-Karlowitz). — Harzgang 5 mm lang. Er beginnt in den 7 mm langen Nadeln 2 mm unter der Spitze und endet blind. Hypodermale Bastschicht 13 μ, Cuticula 4,6 μ dick. Die 55 μ langen und 27 μ breiten Spaltöffnungen liegen auf der Oberseite und entgegen *Schröter*[1]), wenn auch selten, auf der Unterseite. Mittelrippe auf der Oberseite fehlt oft oder ist nur schmal entwickelt. Am Rande des Phloems 3 Bastzellen.

Juniperus excelsa Bieb. — Untersucht: Armenien (*Sintenis* Nr. 5520). — Schuppenblätter 2½ mm lang. Harzgang ¾ mm lang, 224 μ weit. Er beginnt ½ mm unterhalb der Spitze und wird ebenso wie das Gefäßbündel von einer verdickten Parenchymscheide umgeben. Hypodermale Bastzellen 15 μ, Cuticula 8 μ dick. Epidermiszellen 60 μ lang. Ausgezeichnet ist die Art durch die großen Kalkoxalatkrystalle, welche 3 μ im Durchmesser erreichen. Am Rande des Phloems drei 15 μ dicke Bastzellen. Blattoberseite mit Mittelrippe. Spaltöffnungen 47 μ lang, 33 μ breit. Palisadenschicht doppelt.

Juniperus macropoda Boiss. Untersucht: Persien (*Bornmüller* Nr. 4345). — Blätter 3 mm lang. Harzgang beginnt 1 mm unterhalb der Spitze, eirund, 1 mm lang, ½ mm weit. Hypodermale Bastschicht aus einer Zellenreihe, 17 μ dick. Am Rande des Blattes greift sie auf die Oberseite über. Dagegen fehlt sie der Mittelrippe auf der Oberseite. Cuticula 10 μ dick. Am Rande des Phloems 4 Bastzellen von 10 μ Dicke. Spaltöffnungen 51 μ lang, 34 μ breit. Harzgang, Gefäßbündel und Tracheidensaum mit verdickter Parenchymscheide. Die Spaltöffnungen treten auch auf der Blattunterseite auf und unterbrechen seitlich des Harzganges die hypodermale Bastschicht. Die wurzelförmigen Verdickungen sind in den

[1]) Vergl. *C. Schröter*, l. c. p. 328.

Zellen des Tracheidensaumes sehr zahlreich vorhanden und am Ende kugelig verdickt. Unter der Oberseite der Blattspitze werden 50 μ große Steinzellen ausgebildet.

Juniperus procera Hochst. — Untersucht: Abyssinien (*Rosen*). — Blätter 2½ mm lang. Harzgang ½ mm lang, 180 μ breit, von einer Reihe verdickter Parenchymzellen umgeben. Hxpodermale Bastschicht doppelt, ihre Zellen 11 μ dick. Blattoberseite mit 300 μ breiter Mittelrippe. Cuticula 11 μ dick. Zwischen Blattoberseite und Gefäßbündel treten 126 μ lange und 54 μ breite Steinzellen auf. Länge der Spaltöffnungen 46 μ, Breite 32 μ.

Juniperus mexicana Schiede. Untersucht: Mexico — (*Pringle* Nr. 6298). — Blätter 5 mm lang. Harzgang 2 mm lang, 270 μ breit, von 4 Reihen verdickter Parenchymzellen umkleidet. Hypodermale Bastschicht 15 μ, Cuticula 15 μ dick. Länge der Spaltöffnungen 52 μ, Breite 35 μ. Am Rande des Phloems 4 Bastzellen, mit einer Dicke von 25 μ. Blattoberseite mit Mittelrippe ohne Bastschicht. Epidermiszellen 60 μ lang.

Juniperus phoenicea L. Untersucht: Canaren (*Bornmüller* 3057). — Blätter 2 mm lang. Harzgang 1¼ mm lang, 234 μ weit. Cuticula 11 μ, Zellen der hypodermalen Bastschicht 15 μ dick. Gefäßbündel und Harzgang umschließt eine verdickte Parenchymscheide. Spaltöffnungen 50 μ lang, 32 μ breit. Steinzellen 100 μ groß, Epidermiszellen 60 μ lang. Blattoberseite zeigt eine Mittelrippe.

Juniperus thurifera L. — Untersucht kultiviertes Material (Botanischer Garten Bonn. *Beissner*). — Nadelblätter 10 mm lang. Harzgang beginnt 2 mm unterhalb der Spitze und endet blind im Blatt. Er verläuft unter der hypodermalen Bastschicht, ohne sie zu unterbrechen. Weite 50 μ. Cuticula 5 μ, die Zellen der hypodermalen Bastschicht 15 μ dick. Am Rande des Phloems 3 Bastzellen mit 5 μ Dicke. Blattoberseite mit Mittelrippe. Spaltöffnungen 39 μ lang, 20 μ breit. Die 3 Harzgänge im Stamm kommunizieren nicht mit denen der Blätter.

Juniperus chinensis L. — Untersucht kultiviertes Material (Baumschule *Guder*, Karlowitz bei Breslau). — Blattlänge 7 mm. Harzgang beginnt in den Folgeblättern 1 mm, in den Nadelblättern 5 mm unter der Spitze und wird 2 mm lang, 240 μ weit. Cuticula 5 μ, hypodermale Bastschicht 15 μ dick. Am Rande des Phloems vier 20 μ dicke Bastzellen. Länge der Spaltöffnungen 45 μ, Breite 30 μ. Blattoberseite mit 200 μ breiter Mittelrippe.

Juniperus virginiana L. Untersucht kultiviertes Material Baumschule *Guder*—Karlowitz. — Schuppenblätter 5 mm lang. Harzgang beginnt 1 mm unterhalb der Spitze und endet blind über der Insertion. Nicht oft treten 1 oder 2 seitliche Gänge auf, die dann 2 mm unter der Spitze erst beginnen. Die 15 μ dicke hypodermale Bastschicht ist doppelt. Cuticula 5 μ dick. Am Phloemrande fünf 25 μ dicke Bastzellen. Blattoberseite mit 200 μ breiter Mittelrippe und hypodermaler Bastschicht. Spaltöffnungen 51 μ lang, 37 μ breit. Harzgang mit Parenchymscheide.

Juniperus virginiana var Schotti. Hort. Untersucht kultiviertes Material (Baumschule *Guder* — Karlowitz). — Gleicht J. virginiana L.

Juniperus virginiana var. tripartita Hort. Untersucht kultiviertes Material, Baumschule *Guder*, Karlowitz bei Breslau. — Schuppenblätter 10 μ lang. Harzgang beginnt 4½ mm unterhalb der Spitze und erreicht 3 mm Länge. Seine Weite 210 μ. Subepidermale Bastschicht einreihig und 20 μ, Cuticula 6 μ dick. Am Rande des Phloems drei 25 μ dicke Bastzellen. Länge der Spaltöffnungen 40 μ, Breite 34 μ. Harzgang mit zwei Reihen konzentrischer, verdickter Parenchymzellen.

Juniperus occidentalis Hook. Untersucht: Botanischer Garten Bonn, *Beissner*.

a) Jugendblatt. Nadeln 8 mm lang. Harzgang beginnt 3 mm über der Insertion, wird 2¼ mm lang. Die 15 μ dicke hypodermale Bastschicht ist doppelt, gegen die Spitze hin oft dreifach. Den Harzgang umgibt eine drei Reihen starke Parenchymscheide. Am

Rande des Phloems 2 Bastzellen. Spaltöffnungen 36 μ Länge, 25 μ Breite. Harzgangweite 175 μ.

b) Schuppenblatt. Länge 2 mm. Harzgang ½ mm lang, beginnt 1 mm unterhalb der Spitze. Dicke der hypodermalen, einfachen Bastschicht 12 μ, die der Cuticula 5 μ. Spaltöffnungen 35 μ lang, 24 μ breit.

Juniperus pachyphlaea Torr. — Untersucht: Arizona (*Macdougal* Nr. 86). — Harzgang ½ mm lang, beginnt 1 mm unter der Spitze. Blattlänge 2 mm. Weite des Harzganges 180 μ. Hypodermale Bastschicht doppelt, 15 μ dick; Cuticula 10 μ dick. Am Rande des Phloems 2 Bastzellen. Spaltöffnungen 45 μ lang, 30 μ breit. Sie treten, besonders im angewachsenen Teile des Blattes, auch auf der Unterseite auf und unterbrechen die Bastschicht. Mittelrippe auf der Blattoberseite vorhanden.

Juniperus communis × sabina. Untersucht: Siebenbürgen (Flora exsiccata austro-hungarica Nr. 1481). Blattlänge 6 mm. Harzgang beginnt 1 mm unter der Spitze und endet 1 mm über der Insertion blind. Hypodermale Bastschicht 12 μ dick und einfach, Cuticula 11 μ. Die Mittelrippe auf der Oberseite des Blattes beginnt erst kurz über der Stelle, wo das Blatt angewachsen ist. Sie entbehrt einer Bastschicht. Spaltöffnungen 40 μ lang, 28 μ breit. Den Harzgang umkleiden drei Reihen verdickter Parenchymzellen.

Das Auftreten eines Bastbelages am Phloem von nur 3 Zellen Stärke hat das Blatt mit dem von Juniperus sabina gemein, während die Größe der Spaltöffnungen, die Dicke der Cuticula und die starke Harzgangscheide auf Juniperus communis deuten. Dagegen kommuniziert der Harzgang im Blatte des Bastardes nicht mit dem des Stammes, wie wir es bei Juniperus communis finden.

Section II. Oxycedrus Spach.

Juniperus rigida Sieb. et Zucc. — Untersucht: Botanischer Garten, Bonn (*Beissner*) — Nadeln 9 mm lang. Harzgang läuft von der Spitze bis zur Insertionsstelle.

Eine Schicht 16 μ dicker Bastzellen unter der Epidermis. Cuticula 4 μ dick. Am Rande des Phloems 10 Bastzellen, die 25 μ dick werden. Das Spaltöffnungsband auf der Blattoberseite ist halbmondförmig eingesenkt. Spaltöffnungen 54 μ lang, 21 μ breit. An der Blattoberseite tritt die hypodermale Bastschicht am Rande weit über.

Juniperus communis var. hibernica Gord. — Untersucht kultiviertes Material. Baumschule *Guder* — Karlowitz bei Breslau. — Bei dieser einzigen Art kommunizieren die Harzgänge in den Blättern mit denen des Stammes. Im Blatt beginnt der Harzgang 2½ mm unter der Spitze und läuft bis über die Insertion des nächstunteren Sprosses am Stamme herab. 2 Reihen Parenchymzellen umkleiden ihn. Die hypodermale Bastschicht ist gegenüber dem Harzgang meist doppelt, sonst einfach. Ihre Dicke 11 μ. Cuticula 10 μ dick. Am Phloemrande fünf 15 μ dicke Bastzellen. Spaltöffnungen 55 μ lang, 30 μ breit. Auf der Blattoberseite eine schmale Mittelrippe ohne Bastschicht.

Juniperus nana Willd. Untersucht kultiviertes Material. Botanischer Garten, Bonn *(Beisner.)* Nadeln 10 mm lang. Harzgang beginnt unter der Spitze und wird 8 mm lang, 100 μ weit. Die hypodermale Bastschicht ist einreihig, 10 μ dick. Die Cuticula der über 120 μ langen Epidermiszellen wird 10 μ stark. Am Rande des Phloems 3 oder 4 Bastzellen, die 25 μ dick werden. Spaltöffnungen 38 μ lang, 23 μ breit. Mittelrippe auf der Blattoberseite nicht entwickelt. Palisadenparenchym zweischichtig.

Juniperus oxycedrus L. — Untersucht: Kroatien (Flora exsiccata austro-hungarica. Nr. 1837). — Nadel 14 mm lang. Der Harzgang tritt in einer Länge von 7 mm auf und beginnt 5 mm unterhalb der Spitze. Seine Weite 50 μ. Die einfache hypodermale Bastschicht 20 μ dick, Cuticula 10 μ stark. Am Rande des Phloems eine doppelte Reihe 30 μ dicker Bastzellen. Länge der Spaltöffnungen 35 μ, Breite 27 μ. Die mit hypodermalem Bast verstärkte Mittelrippe auf der Blattoberseite 180 μ breit. Epidermiszellen 100 μ lang.

Juniperus macrocarpa Sibth. — Untersucht: Sizilien (*Ross.* Nr. 487). — Harzgang 9 mm lang, 48 μ weit und beginnt direkt unterhalb der Spitze. Hypodermale Bastschicht 15 μ dick, ebenso die Cuticula. Länge der Epidermiszellen 100 μ. Am Rande des Phloems 3 Reihen stark entwickelter Bastzellen. Am Rande des Xylems ist ein dreischichtiges Collenchym entwickelt. Spaltöffnungen 45 μ lang, 35 μ breit. Mittelrippe 100 μ breit auf der Blattoberseite mit hypodermalen Bast und unter diesem im Querschnitt Palisadenzellen.

Juniperus Cedrus Webb. — Untersucht: Canaren (*Bornmüller* 3054). — Nadeln 16 mm lang. Harzgang beginnt 1 mm unter der Spitze und läuft als Kiel an der Unterseite herab. Am Zweige tritt er ebenfalls als Kiel auf. Seine Weite 72 μ. Hypodermale Bastschicht 18 μ, Cuticula 12 μ dick. Am Rande des Phloems 4 oder fünf 15 μ dicke Bastzellen. Spaltöffnungen 44 μ lang, 26 μ breit. Blattoberseite mit 180 μ breiten mit Bast besetztem Mittelstreifen. Harzgang mit Parenchymscheide.

Section III. Caryocedrus Endl.

Juniperus drupacea Labill. — Untersucht: Cilicien (*Siehe* Nr. 320). — Blatt 10 mm lang. Harzgang beginnt 1 mm unterhalb der Spitze und setzt sich bei nur 10 μ Weite im Zweige fort. Hypodermale Bastschicht 20 μ, Cuticula 5 μ dick. Am Rande des Phloems 20 bis 25 μ dicke Bastzellen. Spaltöffnungen 45 μ lang, 30 μ breit. Charakteristisch für die Art ist das Auftreten seitlicher Verzweigungen an den wurzelförmigen Fortsätzen der Zellen des Tracheidensaumes.

2. *Actinostrobus* Miq.

Die Gattung ist charakterisiert durch Verdickungen in den Zellen des Tracheidensaumes. Am Wall des Hoftüpfels entspringen zwei oder drei solcher wurmförmiger Fortsätze. Am Rande des Phloems treten bastartige Zellen auf, welche unverholzt sind. Der Harzgang legt sich an das Gefäßbündel an, ohne die hypodermale Bastschicht zu

unterbrechen. Die Spaltöffnungen sind auf Ober- und Unterseite des Blattes verteilt. Obwohl dadurch auf ersterer Lücken im Bastring entstehen, tritt kein mechanischer Schutz ein. Vielleicht gewährt ihn die 20 μ dicke Cuticula. Harzgang zeigt immer eine Parenchymscheide. Das Palisadenparenchym ist doppelschichtig. Das Zuleitungsgewebe wird durch den stark entwickelten Tracheidensaum zurückgedrängt. Die Größe der Spaltöffnungen schwankt wenig. Steinzellen fehlen.

Actinostrobus acuminatus Parl. Untersucht: Westaustralien (*Pritzel* Nr. 119). — Blattlänge 8 mm. Harzgang beginnt 2 mm unter der Spitze und wird 6 mm lang. Hypodermale Bastschicht 25 μ, Cuticula 20 μ dick. Am Phloemrande 3 verdickte Sklerenchymfasern, welche Cellulosereaktion zeigen. Spaltöffnungen 45 μ lang, 35 μ breit mit tiefem Vorhof. Die Verdickungen in den Zellen des Tracheidensaumes sind kurz und dick und gleichen einem abgestumpften Kegel. Epidermiszellen 120 μ lang.

Actinostrobus pyramidalis Miq. Untersucht: Westaustralien (*Pritzel* Nr. 391). — Blattlänge 4 mm. Harzgang 2 mm lang, beginnt 1 mm unterhalb der Spitze. Zellen der hypodermalen Bastschicht, ebenso die Cuticula 15 bis 20 μ dick. Am Rande des Phloems 3 Sklerenchymfasern, welche 25 μ Dicke erreichen. Spaltöffnungen 42 μ lang, 28 μ breit. Epidermiszellen 75 μ lang.

3. *Callitris* Vent.

Die Gattung kennzeichnet das Auftreten von Verdickungen in den Zellen des Tracheidensaumes. Bei den Arten Callitris quadrivalvis und C. robusta verwachsen die Fortsätze zu Querbalken. Am Rücken des Gefäßbündels liegen immer Bastzellen. Der Harzgang lehnt sich an das Gefäßbündel an. Die Spaltöffnungen liegen auf Blattober- und unterseite. Sie werden 40 μ lang, 30 μ breit. Die Dicke der Cuticula beträgt 20 μ. Außer der kontinuierlichen Bastschicht treten Stereiden in den Blättern von Callitris iuniperoides und C. rhomboidea auf. Das Palisadenparenchym ist sehr stark, oft in drei Schichten

ausgebildet und reicht bis an das Gefäßbündel heran. Außer einem medianen Harzgang treten bei den Arten Callitris quadrivalvis und C. Balansae sekundäre auf. In den angewachsenen, unteren Teil des Blattes ragt die collenchymatische Parenchymscheide des Stammgefäßbündels hinein. Haarartige Auswüchse der Epidermiszellen werden bei Callitris quadrivalvis und C. robusta ausgebildet.

Sektion I. Octoclinis (F. v. Müll.) Benth.

Von dem einzigen Vertreter Callitris Macleyana F. v. Müll., stand mir Material nicht zur Verfügung.

Sektion II. Hexaclinis Benth.

Callitris rhomboidea R. Br.—Untersucht: Sydney *(Betche)*. — Schuppenblätter 4 mm lang. Harzgang 1 mm lang, 130 μ weit. Er beginnt 1½ mm unterhalb der Spitze des Blattes. Hypodermale Bastschicht 20 μ, Cuticula 15 μ dick, Epidermiszellen 60 μ lang. Am Rande des Phloems 3 Bastzellen, welche sich aus der Gefäßbündel und Harzgang umgebenden verdickten Parenchymscheide abheben. Spaltöffnungen 40 μ lang, 27 μ breit. Steinzellen 210 μ lang. An den Stellen, wo Blätter sich decken, fehlen bei dieser Art die früher erwähnten Cuticularverdickungen.

Callitris robusta R. Br. — Untersucht: Westaustralien *(Pritzel* Nr. 848). —Blatt 3 mm lang. Der 1½ mm lange Harzgang beginnt ½ mm unter der Spitze und wird 128 μ weit. Oft folgt ihm median ein zweiter Sekretbehälter. Hypodermale Bastschicht und Cuticula 20 μ dick. Spaltöffnungen 35 μ lang, 27 μ breit. Am Phloemrande 8 Bastzellen. Harzgang, Gefäßbündel und Tracheidensaum mit stark verdickter Parenchymscheide.

Callitris Balansae Schltr. — Untersucht: Neukaledonien *(Schlechter* Nr. 15 179). — Blätter 4 mm lang. Der 1½ mm lange Harzgang beginnt unter der Spitze und ist 300 μ weit. Hypodermale Bastschicht 15 μ, Cuticula 20 μ dick. Spaltöffnungen 35 μ lang, 25 μ breit. Am Rande des Phloems 4 Bastzellen. Selten verwachsen die

wurzelförmigen Fortsätze in den Zellen des Tracheidensaumes zu Querbalken. Außer dem medianen Hauptharzgange treten oft seitliche, tiefer liegende auf.

Sektion III. Pachylepis (Brongn.) Benth.

Callitris iuniperoides Th. Dur. et Schinz. Untersucht: Kapland *(Drège)*. — Schuppenblätter 2 mm lang. Der 1¼ mm lange und 320 μ weite Harzgang beginnt ½ mm unterhalb der Spitze. Hypodermale Bastschicht 15 μ dick, ebenso die Cuticula. Am Rande des Phloems zwei oder drei 25 μ dicke Bastzellen. Spaltöffnungen 45 μ lang, 34 μ breit. Sklereiden werden im Grunde des Blattes ausgebildet in einer Länge von 480 μ, also fast ¼ der Blattlänge. Palisadenparenchym mehrschichtig. Epidermiszellen 60 μ lang.

Callitris natalensis Endl. — Untersucht kultiviertes Material. Botanischer Garten, Dresden. — Nadelblätter 5 mm lang. Der 1½ mm lange, 30 μ weite Harzgang beginnt 2 mm unterhalb der Spitze. Hypodermale Bastschicht 10 μ, Cuticula 9 μ dick. Am Rande des Phloems 3 Bastzellen. Spaltöffnungen 35 μ lang, 27 μ breit. Harzgang mit Parenchymscheide.

Sektion IV. Eucallitris Eichl.

Callitris quadrivalvis Vent. — Untersucht kultiviertes Material, Montpellier. (Vitou.) Blätter 6 mm lang. Harzgang 1 mm lang, beginnt 1 mm unter der Spitze. Oft folgt ihm 1 mm tiefer ein zweiter. Hypodermale Bastschicht 8 μ, Cuticula 12 μ dick. Am Rande des Phloems mehrere Bastzellen bis 30 μ dick. Spaltöffnungen 36 μ lang, 24 μ breit. Epidermiszellen 20 μ lang.

4. *Fitzroya* Hook f.

Die Gattung wird charakterisiert durch das Fehlen der wurmartigen Fortsätze in den Zellen des Tracheidensaumes. Ebenso entbehrt der Phloemrand des Bastzellenbelages. Der Harzgang lehnt sich an das Gefäßbündel an. Stereiden

werden ausgebildet. Die Spaltöffnungen treten auf Ober- und Unterseite auf. Cuticula und hypodermale Bastschicht werden 25 μ stark. Eine Parenchymscheide umgibt den Harzgang.

Fitzroya patagonica Hook. — Untersucht: Cordilleren der Provinz Valdivia in Chile *(Lechler* Nr. 1448). Blattlänge 3 mm. Der 1 mm lange Harzgang beginnt 1 mm unter der Spitze. Hypodermale Bastschicht 25, Cuticula 20 μ dick. Spaltöffnungen 31 μ lang, 25 μ breit. Ober- und Unterseite des Blattes mit Mittelrippe und hypodermaler Bastschicht. Epidermiszellen 36 μ lang. Osteosklereiden 100 μ lang, 5 μ dick. Stereiden treten auf.

5. *Thuyopsis* Sieb. et Zucc.

Die Gattung wird charakterisiert durch das Fehlen der wurzelförmigen Verdickungen in den Zellen des Tracheidensaumes. Es sind nur Hoftüpfel vorhanden. Ebenso entbehrt der Phloemrand der Bastzellen. Der Harzgang liegt unter der hypodermalen Bastschicht, die er aber nicht unterbricht. Stereiden fehlen. Die Zweige sind dorsiventral. Harzgang und Gefäßbündel mit Parenchymscheide.

Thuyopsis dolabrata Sieb. et. Zucc. — Untersucht kultiviertes Material. (Botanischer Garten Breslau.) — Kantenblätter 4 mm lang. Der Harzgang beginnt ½ mm unter der Spitze und ist 2½ mm lang. Flächenblätter 5 mm lang. Der Harzgang beginnt 2 mm unter der Spitze und endet 1 mm über der Insertion. Nicht selten treten seitliche hinzu. Hypodermale Bastschicht 15 μ, Cuticula 5 μ dick. Spaltöffnungen 37 μ lang, 26 μ breit. Epidermiszellen weniger als 75 μ lang. Palisadenparenchym ist auf der morphologischen Oberseite der Zweige stark, meist in zwei Reihen entwickelt.

6. *Libocedrus* Endl.

Die Gattung ist charakterisiert durch das Fehlen wurzelförmiger Verdickungen in den Zellen des Tracheidensaumes. Ausgenommen ist Libocedrus decurrens. Diese Art weist schon die Ansätze von zapfenartigen Vorsprüngen auf.

Am Rande des Phloems treten wenige Bastzellen auf. Der Harzgang lehnt sich an das Gefäßbündel an. Seitliche Harzbehälter werden nicht ausgebildet. Die Größe der Spaltöffnungen schwankt in den Grenzen von 35 und 37 μ. Sie treten auf der Ober- und Unterseite des Blattes auf. Die hypodermale Bastschicht ist 15 μ dick, selten doppelt. Die Blätter von Libocedrus tetragona und L. chilensis bilden Stereiden aus. Die Cuticula wird 10 μ dick.

Libocedrus chilensis Endl. — Untersucht: Argentinien *(Buchtien)*. — Die 3 mm langen Kantenblätter tragen einen $1^3/_4$ mm langen Harzgang, der $^1/_4$ mm unterhalb der Spitze beginnt. Die Flächenbläter sind 1 mm, ihr Harzgang $^1/_2$ mm lang. In Übereinstimmung mit *Klemm*[1]) beobachtete ich am Phloemrande immer mindestens eine Bastzelle, oft auch zwei. Spaltöffnungen 37 μ lang, 25 μ breit. Sklereiden 230 μ lang, liegen mit ihrer Längsachse parallel zum Gefäßstrang. Der Tracheidensaum ist nur einige Zellen stark entwickelt auf dem Querschnitt. Palisadenparenchym zweischichtig.

Libocedrus tetragona Endl. — Untersucht: Neu-Seeland *(Preiß)*. — Blattlänge $3^1/_2$ mm. Harzgang 640 μ lang, 80 μ weit. Hypodermale Bastschicht 10 μ, Cuticula 15 μ dick. Am Rande des Phloems zwei 15 μ dicke Bastzellen. Spaltöffnungen 35 μ lang, 25 μ breit. Im oberen, freien Teile des Blattes werden wenig stark verdickte Stereiden von 200 μ Größe ausgebildet. Sie liegen mit ihrer Längsachse von der Blattfläche zum Gefäßbündel gerichtet. Der Tracheidensaum ist wenige Zellenlagen stark entwickelt.

Libocedrus decurrens Torr. — Untersucht kultiviertes Material (Baumschule *Guder* — Karlowitz bei Breslau). Die 2 mm langen Kantenblätter tragen einen Harzgang, der $^1/_2$ mm unter der Spitze beginnt und $^1/_4$ mm über der Insertion endet. Im Flächenblatt beginnt er 800 μ unterhalb der Spitze und wird nur $^1/_2$ mm lang. Hypodermale Bastschicht 10 μ dick. Epidermiszellen 90 μ lang mit 11 μ

[1]) *P. Klemm*, l. c. p. 509.

starker Cuticula. Spaltöffnungen 37 μ lang, 32 μ breit. Am Rande des Phloems 1 oder 2 Bastzellen. Unter dem medianen Harzgang wird in den Kantenblättern oft noch ein zweiter ausgebildet.

7. *Thuya* L.

Der Gattung fehlen die Verdickungen in den Tracheiden des Tracheidensaumes. Am Rande des Phloems treten keine Bastzellen auf. Der Harzgang liegt unter der Epidermis. Seitliche und auch median sekundäre Sekretbehälter werden ausgebildet. Erstere treten bei allen Arten außer Thuya plicata, letztere bei Thuya Standishi und Th. occidentalis auf. Alle Arten sind dorsiventral gebaut in ihren Zweigen. Die Cuticula ist in der Sektion Euthuya 5 μ, bei den Vertretern von Macrothuya 10 μ stark entwickelt. Schleimzellen wurden im Zuleitungsgewebe nachgewiesen. Die Größe der Spaltöffnungen ist durchgehend 35 μ, ebenso beträgt die Länge des Harzganges $\frac{1}{2}$ mm. Stereiden wurden im Blatt von Thuya Standishi nachgewiesen. Der hypodermale Bast ist eine Zellenschicht stark.

Sektion I. Euthuya Don.

Thuya plicata Don. — Untersucht kultiviertes Material (Baumschule *Guder* Karlowitz bei Breslau). — Der $\frac{1}{2}$ mm lange und $\frac{1}{4}$ mm weite Harzgang beginnt $\frac{1}{2}$ mm unterhalb der Spitze des 3 mm langen Blattes. Im Kantenblatte setzt er 1 mm unter der Spitze an, kann aber auch fehlen. Hypodermale Bastschicht 11 μ dick. Spaltöffnungen 33 μ lang, 30 μ breit. Epidermiszellen 70 μ lang, Cuticula 6 μ dick. Der Tracheidensaum zeigt wenige Zellschichten. Eine 2 Reihen starke, verdickte Parenchymscheide umgibt das Gefäßbündel.

Thuya occidentalis L. — Untersucht kultiviertes Material, Botanischer Garten, Bonn *(Beißner)*. — Der mediane Harzgang beginnt 1 mm unter der Spitze, wird 640 μ lang und ist 240 μ weit in den Kantenblättern. Die Flächenblätter bilden ihn $1\frac{1}{2}$ mm unterhab der Spitze

aus. Hypodermale Bastschicht 20 μ, Cuticula 6 μ dick. Spaltöffnungen 36 μ lang, 21 μ breit. Eine verdickte Parenchymscheide umgibt den Harzgang. Außer dem mittleren Harzgange treten sehr oft 2 seitliche oder median sekundäre auf.

Thuya occidentalis var. aurea Hort. — Untersucht: Baumschule *Guder*—Breslau. — Harzgang 100 μ weit. Cuticula 8 μ, hypodermale Bastschicht 20 μ dick. Spaltöffnungen 30 μ lang, 24 μ breit. Seitliche Harzgänge sehr selten. Epidermiszellen 140 μ lang.

Thuya occidentalis var. Howeyi Hort. — Das Material ist ebenso wie das der folgenden Varietäten kultiviert in der Baumschule *Guder*—Karlowitz bei Breslau. — Harzgang 75 μ weit, ½ mm lang. Cuticula 10 μ, hypodermale Bastzellen 14 μ dick. Palisadenschicht 2 Reihen stark. Spaltöffnungen 30 μ lang, 25 μ breit.

Thuya occidentalis var. Bodmeri Hort. Die Blätter sind sehr breit gedrückt. Hypodermale Bastschicht 13 μ dick, nicht geschlossen. Cuticulardicke 7 μ. Spaltöffnungen 37 μ lang, 24 μ breit. Seitliche Harzgänge fehlen.

Thuya occidentalis var. Wareana Hort. Die sehr dünnen Blätter tragen einen 175 μ weiten, von der Epidermis bis zum Gefäßbündel sich ausdehnenden Harzgang. Hypodermale Bastzellen 7 μ, die Cuticula 13 μ dick. Spaltöffnungen 30 μ lang, 25 μ breit. Seitliche Harzgänge treten nicht auf.

Thuya occidentalis var. recurva nana Hort. Die Blätter gleichen denen von Thuya occidentalis var. aurea anatomisch. Cuticula 10 μ stark.

Sektion II. Macrothuya Benth.

Thuya gigantea Nutt. — Untersucht kultiviertes Material, Botanischer Garten, Breslau. — Blattgröße 5 mm. Der Hauptharzgang beginnt ¼ mm unter der Spitze, wird 480 μ lang und 160 μ weit. ¾ mm unterhalb desselben beginnt meist ein zweiter, medianer Gang. Hypodermale Bastschicht einfach, 15 μ dick, Cuticula 15 μ stark. Spaltöffnungen 31 μ lang, 22 μ breit. Gefäßbündel mit Paren-

chymscheide, ebenso der Harzgang. Die Palisadenschicht besteht meist aus 2 Reihen.

Thuya Standishi Carr. — Untersucht kultiviertes Material, Botanischer Garten, Bonn *(Beißner)*. — Der mediane Harzgang beginnt 1 mm unterhalb der Spitze und wird 3 mm lang. Median unter ihm und seitlich auf dem Querschnitt treten weitere Gänge hinzu. Oft fehlt der mediane Harzbehälter und nur 2 seitliche sind ausgebildet. Cuticula 11 μ stark. Die ebenso dicke, hypodermale Bastschicht ist unvollkommen entwickelt. Spaltöffnungen 35 μ lang, 26 μ breit. Schwach verdickte Stereiden von kugeliger Form treten auf und werden 300 μ groß.

8. *Biota* Endl.

Die Gattung ist charakterisiert durch das Auftreten wurmförmiger Verdickungen in den Zellen des Tracheidensaumes. Am Rande des Phloems wird ein Bastzellenbelag ausgebildet. Immer wird ein Harzgang in den Blättern entwickelt. Sonst stimmt die Gattung mit Thuya überein. Schleimzellen fehlen.

Biota orientalis (L.) Endl. — Untersucht kultiviertes Material, Botanischer Garten, Bonn *(Beißner)*. — Blattlänge 6 mm. Der Harzgang beginnt 3 mm unter der Spitze und wird 1 mm lang. Er bildet eine Einbuchtung auf der Blattunterseite. Hypodermale Bastschicht 8 μ, Cuticula 6 μ stark. Spaltöffnungen 35 μ lang, 25 μ breit. Harzgang und Gefäßbündel zeigen keine Parenchymscheide.

9. *Cupressus* L.

Die Gattung ist charakterisiert durch das Auftreten kleiner Verdickungen in den Zellen des Tracheidensaumes. Am Rande des Phloems werden keine Bastzellen entwickelt. Der Harzgang liegt in den Blättern nahe der Epidermis und ist kurz und ziemlich breit. Die Cuticula ist 10 μ durchschnittlich verdickt. Die Größe der Spaltöffnungen schwankt zwischen 50 μ und 35 μ. Stereiden werden bei den Arten Cupressus Benthami und C. Goveniana

ausgebildet. Zwischen den Zellen des Zuleitungsgewebes erscheinen chlorophyllfreie Zellen, die keinen Schleim entwickeln. Die hypodermale Bastschicht besteht nur aus einer geschlossenen Zellenreihe, deren Dicke über 15 μ beträgt. Seitliche Harzgänge werden bei Cupressus sempervirens, aber sehr selten auch hier nur ausgebildet. Die Länge des Harzganges schwankt in den Grenzen von 320 μ und 2 mm.

Cupressus Goveniana Gord. — Untersucht: Californien (*H. E. Brown* Nr. 804). — Länge der Schuppenblätter 1½ mm. Harzgang fehlt meist. Hypodermale Bastschicht 10 μ, Cuticula 15 μ stark. Erstere ist immer doppelt. Spaltöffnungen 35 μ lang, 27 μ breit. Stereiden treten im Zuleitungsgewebe in einer Größe von 150 μ auf mit 10 μ starker Verdickung. Sie sind kugelförmig. Epidermiszellen 80 μ lang.

Cupressus Benthami Endl. — Untersucht: Mexiko (*Pringle* Nr. 4253). —Blattlänge 3 mm. Der ½ mm lange, 300 μ weite Harzgang beginnt 1 mm unterhalb der Spitze und bildet einen Buckel. Cuticula 15 μ stark, ebenso hypodermale Bastschicht. Spaltöffnungen 50 μ lang, 27 μ breit. 50 μ große, schwach verdickte Stereiden treten auf. Das Palisadenparenchym ist meist in zwei Schichten entwickelt.

Cupressus thurifera Humb. Bonpl. et Knuth. — Untersucht: Kult. Material, Montpellier (*Baenitz*). — Blattlänge 2 mm. Harzgang 320 μ lang; 160 μ weit. Hypodermale Bastschicht 17 μ, Cuticula 11 μ dick, Spaltöffnungen 40 μ lang, 31 μ breit. Tracheidensaum stark entwickelt, dagegen die Verdickungen in den Zellen nur selten zahlreich. Epidermiszellen 70 μ lang.

Cupressus torulosa Don. (Plantae exsiccatae Maderenses. *Bornmüller* Nr. 1392.) — Blattgröße 2 mm. Der Harzgang beginnt ½ mm unterhab der Spitze, wird ½ mm lang, 150 μ weit. Er liegt nahe dem Gefäßbündel. Hypodermale Bastschicht 13 μ stark. Spaltöffnungen 50 μ lang, 30 μ breit. Epidermiszellen 50 μ lang. Cuticula 12 μ stark. Tracheidensaum stark entwickelt, dagegen die Verdickungen in den Tracheiden selten.

Cupressus glauca Lam. — Untersucht: Spanien. *(M. Winkler).* — Blattlänge 3 mm. Der Harzgang beginnt 1 mm unter der Spitze und wird ½ mm lang. Hypodermale Bastschicht 16 μ dick. Spaltöffnungen 51 μ lang. 27 μ breit. Epidermiszellen über 100 μ lang. Der Tracheidensaum durchsetzt den ganzen mittleren Raum des Zuleitungsgewebes.

Cupressus macrocarpa Hartw. — Untersucht: Botanischer Garten, Bonn *(Beißner).* — Blattgröße 2 mm. Harzgang 320 μ lang, 160 μ breit, beginnt 1 mm unter der Spitze. Epidermiszellen 100 μ lang. Cuticula 6 μ stark. Spaltöffnungen 36 μ lang, 24 μ breit.

Cupressus Macnabiana Murr. — Untersucht kultiviertes Material, Botanischer Garten, Bonn *(Beißner).* — Blattlänge 3 mm. Der Harzgang beginnt in den Kantenblättern da, wo das Blatt mit dem Zweige verwächst und wird ¼ mm lang, 80 μ weit. In den Flächenblättern fehlt er. Hypodermale Bastschicht 16 μ, Cuticula 20 μ dick. Palisadenparenchym zwei- oder dreischichtig. Spaltöffnungen 35 μ lang, 25 μ breit.

Cupressus sempervirens L. var. pyramidalis Hort. — Untersucht kultiviertes Material. Baumschule *Guder*, Karlowitz bei Breslau. — Blattlänge 3 mm. Harzgang beginnt 1 mm unter der Spitze, wird 160 μ weit und endet über der Insertion. Hypodermale Bastschicht 25 μ, Cuticula 8 μ dick. Spaltöffnungen 35 μ lang, 26 μ breit. Harzgang mit verdickter Parenchymscheide. Außer dem Hauptharzgang treten seltener noch zwei seitliche auf. Palisadenparenchym in 2 Schichten ausgebildet.

Cupressus funebris Endl.

a) Jugendblätter. — Untersucht kultiviertes Material, Botanischer Garten, Breslau. — Blattlänge 9 mm. Harzgang beginnt 2 mm unter der Spitze und endet über der Insertion blind. Im unteren Teile erweitert er sich. Spaltöffnungen 35 μ lang, 20 μ breit. Hypodermale Bastschicht 20 μ, Cuticula 7 μ dick. Transfusionsgewebe mit recht stark entwickelten Fortsätzen.

b) Ältere Blätter. — Untersucht: Schweiz *(Baenitz)*. — Blätter 4 mm lang. Harzgang beginnt ½ mm unterhalb der Spitze, endet über der Insertion blind. Palisadenparenchym zeigt den Anfang zu einer zweiten Schicht.

10. *Chamaecyparis* Spach.

Die Gattung ist charakterisiert durch das Fehlen wurmartiger Verdickungen in den Zellen des Tracheidensaumes. Am Rande des Phloems werden Bastzellen nicht entwickelt. Der Harzgang nähert sich mehr dem Gefäßbündel. Die Cuticula ist schwach, 5 μ stark entwickelt. Die hypodermale Bastschicht enthält nur 1 Reihe 8 bis 15 μ dicker Zellen. Die Spaltöffnungen schwanken in der Größe zwischen 30 und 45 μ. Die Zweige sind plattgedrückt, bei Chamaecyparis pisifera und Ch. nutkaensis dorsiventral. Schleimzellen treten nicht auf. Seitliche Harzgänge werden in den Blättern der Arten Chamaecyparis Lawsonia, Ch. obtusa, Ch. nutkaensis ausgebildet. Stereiden fehlen. Harzgang mit Parenchymscheide.

Chamaecyparis sphaeroidea Spach. — Untersucht kultiviertes Material, Baumschule *Guder* — Karlowitz bei Breslau. — Harzgang fehlt meist. Seine Länge 300 μ, Breite 160 μ. Cuticula 5 μ, hypodermale Bastschicht 15 μ dick. Spaltöffnungen 31 μ lang, 23 μ breit. Aus dem Stamm ragt in den unteren, angewachsenen Teil des Blattes die Collenchymscheide des Zweiggefäßbündels hinein. Zwischen den Zellen des Zuleitungsgewebes werden auch chlorophyllfreie Zellen ausgebildet.

Chamaecyparis Lawsonia Parl. — Untersucht kultiviertes Material. Baumschule *Guder* — Karlowitz bei Breslau. — Blätter 2 mm lang. Der Harzgang beginnt in Flächen- und Kantenblättern 1 mm unter der Spitze und wird ½ mm lang. Hypodermale Bastschicht 10 μ, Cuticula 5 μ stark. Spaltöffnungen 36 μ lang, 27 μ breit. Palisadenparenchym zweischichtig. Chlorophyllfreie Zellen erscheinen im Zuleitungsgewebe. Tracheidensaum stark entwickelt. Seitliche Harzgänge treten auf.

Chamaecyparis Lawsonia f. erecta viridis. Hort. — Das Material, sowie das der folgenden Varietäten ist in der Baumschule *Guder* kultiviert (Karlowitz bei Breslau). — Nur ein Harzgang tritt auf. Hypodermale Bastschicht 13 μ, Cuticula 4 μ stark. Spaltöffnungen 35 μ lang, 29 μ breit. Der Harzgang beginnt 80 μ unter der Spitze und wird 120 μ weit.

Chamaecyparis Lawsonia f. pyramidalis alba. Hort. Der hypodermale Bast wird 10 μ, die Cuticula 5 μ stark. Der Harzgang erreicht 640 μ Länge, 130 μ Weite.

Chamaecyparis Lawsonia f. aurea. Hort. Die hypodermale Bastschicht wird 5 μ dick, die Cuticula 11 μ. Palisadenparenchym zweischichtig.

Chamaecyparis Lawsonia f. robusta nana. Hort. Ein sehr kurzer, nur 130 μ langer Harzgang tritt auf. Hypodermale Bastschicht 15 μ, Cuticula 6 μ dick. Spaltöffnungen 37 μ lang, 26 μ breit.

Chamaecyparis Lawsonia f. gigantea. Hort. Mehrere Harzgänge, sowohl seitlich als median über einander, werden ausgebildet. Die Länge des Hauptganges median 240 μ, Weite 160 μ. Hypodermale Bastzellen 12 μ dick.

Chamaecyparis nutkaensis Spach. — Untersucht kultiviertes Material. Scheitniger Park, Breslau. (Obergärtner *Heinze*). — Blattlänge 7 mm. Der Harzgang beginnt 2½ mm unter der Spitze und wird 2 mm lang. In den Flächenblättern setzt er ½ mm tiefer an. Seitliche Gänge treten nur in den Flächenblättern auf. Hypodermale Bastschicht 20 μ, Cuticula 7 μ dick. Spaltöffnungen 46 μ lang, 26 μ breit. Harzgang mit verdickter Parenchymscheide.

Chamaecyparis pisifera Sieb. et Zucc. var. gracilis. Hort. Untersucht kultiviertes Material. Scheitniger Park, Breslau. Blattlänge 3 mm. Der Harzgang beginnt im Flächenblatt 2 mm unter der Spitze, im Kantenblatt 1 mm darunter und endet ½ mm über der Insertion. Hypodermale Bastschicht 10 bis 15 μ, Cuticula 6 μ dick. Spaltöffnungen 36 μ lang, 21 μ breit. Eine Parenchymscheide umgibt Harzgang und Gefäßstrang.

Chamaecyparis obtusa Sieb. et Zucc. — Das Material ebenso wie das der untersuchten, folgenden Varietät aus der Baumschule *Guder* (Karlowitz bei Breslau). — Blattlänge 5 mm. Der Harzgang beginnt in den Flächenblättern 1 mm, in den Kantenblättern ½ mm unter der Spitze und wird 1 mm lang. Seitliche Sekretbehälter, die oft auftreten, beginnen 1 mm über der Insertion mit ½ mm Länge, ¼ mm Weite. Oft fehlt der mediane Hauptgang und nur seitliche sind ausgebildet. Hypodermale Bastschicht 11 μ, Cuticula 6 μ dick. Spaltöffnungen 31 μ lang, 20 μ breit. Chlorophyllfreie Zellen treten im Zuleitungsgewebe auf.

Chamaecyparis obtusa var. lycopodioides Carr. Cuticula 8 μ, Bastzellen unter der Epidermis 7 μ stark. Blätter meist ohne Harzgang. Spaltöffnungen 27 μ breit.

C. Alters- und Jugendblätter.

I. Spezielle Untersuchung von Retinispora.

Die jetzt eingezogene Gattung Retinispora umfaßt die Jugend- und Übergangsformen von Thuya und Chamaecyparis.[1]) Die Stammform trägt Schuppenblätter. Die Jugendform besitzt nur nadelförmige Blätter. Dazwischen schaltet sich eine Übergangsform ein, welche beiderlei Blattgestalten ausgliedert. Die Schuppenblätter der Übergangsformen gleichen den Blattgebilden der Stammform, ebenso wie die Nadelblätter der Übergangsform denen der Jugendform vollständig entsprechen. Daher kann sich die folgende Darstellung auf die Nadelblätter der Jugendform beschränken.

Das Material für die folgende Untersuchung ist in den Gärten nicht schwer zu erlangen. Zu besonderem Danke bin ich Herrn Garteninspektor *Beißner* verpflichtet, der mit großer Liebenswürdigkeit mir Retinisporaformen zur

[1]) Eine Darstellung des Zusammenhanges der Retinispora mit Thuya und Chamaecyparis liefert *Beißner*, Handbuch der Nadelholzkunde (1891) p. 35.

Verfügung stellte. Dadurch wurden auch bezüglich des Untersuchungsmaterials die diesbezüglichen Arbeiten auf eine gesicherte Grundlage gestellt.

1. Thuya occidentalis var. ericoides Hort. Blätter 11 mm lang. Der Harzgang beginnt 1 mm unterhalb der Spitze und endet 3 mm über der Insertion. Weite 5 μ. Er liegt unter der Epidermis, welche eine 5 μ starke Cuticula zeigt. Die 15 μ starken, hypodermalen Bastzellen bilden noch keine geschlossene Schicht. Hier und da treten sie unter der Epidermis auf und lassen so die spätere Schicht erkennen. Harzgang mit einfacher, unverdickter Parenchymscheide. Das Zuleitungsgewebe enthält Schleimzellen. Die Entwickelung des Palisadenparenchyms beginnt in der Mitte der Blattunterseite und schreitet nach dem durch Bastzellen stark verdickten Rande fort. Der Tracheidensaum bildet keine wurzelförmigen Verdickungen in seinen Zellen aus. Die Spaltöffnungen auf der Oberseite der Nadel sind 32 μ lang. Bastzellen am Rande des Phloems fehlen.

2. Chamaecyparis sphaeroidea var. ericoides Beißn. et Hochst. — Blattlänge 5 mm. Der Harzgang beginnt unter der Spitze und durchzieht das Blatt bis zur Insertion. In den jüngeren Blättern fehlt die geschlossene hypodermale Bastschicht. Später erscheint sie mit 11 μ starken Zellen kontinuierlich und unterbricht den Harzgang. Das palisadenartige Parenchym ist schwach entwickelt. Das Zuleitungsgewebe entbehrt der Schleimzellen. Cuticula 6 μ dick. Den Harzgang umgibt eine doppelte Reihe noch unverdickter Parenchymzellen. Spaltöffnungen 30 μ lang, 22 μ breit. Die Zellen des Tracheidensaumes besitzen Hoftüpfel ohne Verdickungen. Bastzellen am Rande des Phloems fehlen.

3. Chamaecyparis pisifera var. squarrosa Beißn. et Hochst. Blattlänge 8 mm. Der Harzgang beginnt 1 mm unter der Blattspitze oder direkt darunter und endet 1 mm über der Insertion. Weite 7 μ. Die 11 μ dicken, subepidermalen Bastzellen treten nur an den Blatträndern auf. Das Palisadenparenchym hebt sich nicht deutlich

gegen das Zuleitungsgewebe ab. Cuticula 7 μ dick, Spaltöffnungen 36 μ lang, 21 μ breit. Eine Parenchymscheide umgibt den Harzgang. Zellen des Tracheidensaumes mit Hoftüpfeln ohne wurmartige Verdickungen. Bastzellen am Rande des Phloems fehlen.

4. Die Jugendform von Biota orientalis, nämlich Biota orientalis decussata Beißn. et Hochst. stand mir leider nicht zur Verfügung. Die scharfen Charaktere, welche Biota orientalis im Auftreten von Verdickungen in den Zellen des Tracheidensaumes und von Bastzellen am Rande des Phloems von den Gattungen Thuya und Chamaecyparis trennen, dürften sich auch an der Jugendform zeigen. Deutlich würden sie beweisen, daß ein Gattungsunterschied auch anatomisch festzustellen ist unter den Jugendformen, daß es jedenfalls aber falsch ist, die Jugendformen der Gattungen Thuya und Chamaecyparis zu Juniperus oder Cupressus zu zählen.

II. Allgemeine Ergebnisse.

Ein Vergleich der Anatomie des Retinisporablattes mit dem Altersblatte von Thuya beziehungsweise Chamaecyparis lehrt, daß das Retinisporablatt weit weniger xerophile Struktur besitzt, als das Schuppenblatt des Altersstadiums. Berücksichtigt man ferner, daß meine früheren Untersuchungen über die Jugendformen von Juniperus occidentalis, J. Pseudosabina und Cupressus funebris das gleiche Resultat ergeben haben, so lassen sich alle diese Verhältnisse in folgenden Sätzen zusammenfassen.

1. Das schuppenförmige Blatt gewährt für die Entwickelung von Spaltöffnungen weniger Raum als das Nadelblatt, das von der Achse unter kleinerem oder größerem Winkel absteht, während das Schuppenblatt ihr angepreßt ist. Das geht soweit, daß an den Schuppenblättern von Actinostrobus und Fitzroya die Spaltöffnungen auf die Assimilationsseite d. h. auf die morphologische Unterseite treten.

2. Die hypodermale Bastschicht, welche in den Jugendblättern im allgemeinen noch einen Hohlzylinder bildet, verschwindet auf der Oberseite in dem Maße, als das Blatt allmählich an den Zweig sich anlegt. Damit ist aber eine Reduktion des Palisadengewebes verbunden, welches dem hypodermalen Bast gewöhnlich folgt.

3. Die Epidermiszellen der schuppenförmigen Folgeblätter zeigen an jenen Stellen, wo sie sich an den Stamm anlehnen oder mit einem anderen Blatte decken, aber auch da, wo der freie Teil des Blattes sich allmählich vom Stamme trennt, jene Vorwölbungen an der Außenseite, die bereits früher (S. 3) Erwähnung fanden. Den Nadelblättern dagegen fehlen sie.

4. Die hypodermale Bastschicht ist in den Jugendblättern noch nicht so stark entwickelt. Bei den Jugendformen von Thuya und Chamaecyparis fehlt sie bis auf die beiden Blattränder. Es treten aber einzelne Bastzellen zerstreut unter der Epidermis auf, welche jene Schicht andeuten.

5. Endlich liegt der Harzgang immer subepidermal in den Primordialblättern, selbst da, wo er in den älteren Blättern am Gefäßbündel auftritt (z. B. Chamaecyparis).

Das wichtigste Moment scheint die Reduktion des Transpirationsapparates zu sein, indem der Raum für die Spaltöffnungen verringert wird. Denn wenn bei Juniperus Sekt. Sabina die Jugendblätter zum Teil schon schuppenförmige Anpassung zeigen, so fallen für diese eine Reihe der eben erwähnten Unterschiede hinweg, die für die nadelförmigen Blätter allgemein gelten. Dagegen suchen auch bei dieser Sektion die Blätter in ihrem Alter durch das Anlehnen und weiteres Anwachsen an den Zweig sich gegen Transpiration zu schützen. Andererseits fällt Juniperus Sekt. Oxycedrus aus dem Rahmen dadurch, daß hier nur Nadeln entwickelt werden. Diese hebt sich aber auch in verschiedenen anderen Eigenschaften aus der Gattung scharf ab. Wie wir oben sahen, tragen die Jugendblätter den Harzgang hypodermal, während er in den schuppenförmigen Blättern an das Gefäßbündel heranrückt. Ver-

gleichen wir nun die Gattungen mit einander, so haben wir in jenen Cupressineen, welche den Sekretbehälter tief im Parenchym tragen, die vor uns, welche zugleich keine Jugendblätter mehr ausbilden. Dagegen gliedern die Vertreter der Gattungen Thuya, Cupressus, Juniperus noch solche aus. Zu der zweiten Gruppe zählt allerdings noch Chamaecyparis, die Gattung, bei welcher der Harzgang in den Folgeblättern sich dem Gefäßbündel nähert, während er in den Jugendblättern hypodermal liegt.

Abgesehen von diesen eben erörterten Unterschieden, welche mit der morphologischen Umgestaltung der Nadel zur Schuppe eng verbunden sind, ergibt sich noch ein anderes wichtiges Resultat. Die anatomischen Gattungscharaktere, welche für die Altersblätter gelten, finden sich auch in den Jugendblättern ausgesprochen, so daß es demnach auf anatomischer Grundlage gelingt, die Jugendform auf die zugehörige Gattung zurückzuführen. Freilich dürfte die Unterscheidung der beiden oben besprochenen Retinisporaformen von Chamaecyparis anatomisch sich schwer durchführen lassen, d. h. die Unterscheidung der Arten innerhalb der Gattung ist nicht möglich.

II. Beziehungen der Anatomie zur Morphologie.

I. Inwieweit unterstützt die Anatomie die auf Grund der Morphologie getroffene Unterscheidung der Gattungen.

Die Frage, ob die Gattungen der Cupressineen in ihrer heutigen Umgrenzung auch auf anatomischer Grundlage sich unterscheiden lassen, kann bis auf wenige Ausnahmen bejaht werden. Vorausgeschickt muß werden, daß die beiden Gattungen Juniperus und Biota anatomisch sich nicht unterscheiden lassen.

Eichler[1]) zieht in den „Natürlichen Pflanzenfamilien“ die Gattungen Biota und Thuya zusammen, und ihm

[1]) *A. W. Eichler* in *A. Engler* und *K. Prantl*, Die Natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig (1889). Teil II. 1. Abth. p. 98.

folgen manche neuere Systematiker, während *Beißner*[1]) die *Endlicher*'sche Gattung als selbständiges monotypes Genus aufrecht erhält. In diesen Widerstreit der Ansichten spricht die Anatomie zu Gunsten der generischen Abtrennung von Biota und Thuya; denn Thuya besitzt nur Hoftüpfel in den Zellen des Tracheidensaumes, während Biota noch wurzelförmige Fortsätze an den Hoftüpfeln aufzuweisen hat. Außerdem besitzt Biota noch Bastzellen am Rande des Phloems, deren Thuya im Blatte entbehrt.

Die Gattung Libocedrus bietet für die Systematik nicht unerhebliche Schwierigkeiten dar. Schon *Eichler*[2]) und andere heben hervor, daß es sich um keine sehr natürliche Gattung handelt. Dazu kommt die große Verbreitung der Arten und ihre Hauptentwickelung auf der südlichen Hemisphäre. Es wachsen

in Chile: L. tetragona Endl., L. chilensis Endl.
in Neu-Caledonien: L. austrocaledonia Brongn. et Gris.
in Neu-Seeland: L. Doniana Endl., L. Bidwilli Hook. f.
in Neu-Guinea: L. papuana F. v. Muell.

Demgegenüber besitzt das pacifische Nordamerika eine Art, Libocedrus decurrens Torr., und in der chinesischen Provinz Yun-nan wächst Libocedrus macrolepis Benth. et Hook.

Die von *Bentham und Hooker*[3]) gemachte und in die Natürlichen Pflanzenfamilien[4]) aufgenommene Angabe, daß eine Art in Japan wachse, konnte ich aus der Literatur nicht bestätigen. Die älteren japanischen Floren kennen eine Art dieser Gattung nicht. Erst *Matsumura*[5]) erwähnt Libocedrus macrolepis auch von Formosa, aber nicht aus dem eigentlichen Japan.

---

[1]) *L. Beißner*, l. c. p. 9.
[2]) *A. W. Eichler*, in *Engler* und *Prantl*, l. c. p. 96.
[3]) *G. Bentham et J. D. Hooker*, Genera plantarum Bd. 3. p. 426.
[4]) *Engler u. Prantl*, l. c. p. 96.
[5]) J. *Matsumura* Index plantarum Japonicarum Tokioni I (1905). p. 12.

Schon *C. Koch*[1]) und *S. Kurz*[2]) betonen die Verschiedenheit der beiden Arten der nördlichen Hemisphäre von den Spezies der südlichen Halbkugel, indem auf Libocedrus decurrens die Gattung Heyderia und auf Libocedrus macrolepis die Gattung Calocedrus begründet wird. Die morphologischen Unterschiede gegenüber Libocedrus beschränken sich freilich nur auf die abweichende Ausbildung der inneren Zapfenschuppen. Berücksichtigt man aber, daß nach meinen Untersuchungen Libocedrus decurrens, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht, von den übrigen Arten anatomisch erheblich abweicht, so gewinnen jene morphologischen Differenzen an Wert, und man wird vielleicht mit Recht Libocedrus decurrens und L. macrolepis als Gattung Heyderia den echten Libocedrus-Arten gegenüberstellen können. Beide Gattungen sind dann auch pflanzengeographisch umgrenzt.

Nach diesen Auseinandersetzungen stellt sich eine auf anatomischer Grundlage aufgestellte Tabelle der Unterschiede, wie folgt:

	Nur Hoftäpfel	Hoftäpfel mit Verdickungen	Harzg. subepideral	Harzg. tief	Bastzellen am Phloemrande
Actinostrobus . .		+		+	+
Callitris		+		+	+
Fitzroya	+			+	
Thuyopsis . . .	+		+		
Libocedrus . . .	+			+	+
Heyderia		+		+	+
Thuya.	+		+		
Biota		+	+		+
Cupressus . . .		+	+		
Chamaecyparis .	+			+	
Juniperus. . . .		+	+		+

[1]) *K. Koch*, Dendrologie. Erlangen (1873), p. 179.

[2]) *S. Kurz*, in Trim. Journ. Bot. 1873, 196 t. 133.

Darf nach dem vorangehenden daher der Wert der Anatomie für die Systematik der Cupressineen nicht unterschätzt werden, so muß eine zweite Frage noch entschieden werden, ob die anatomisch umgrenzten Gattungen sich in natürlicher Weise zu Subtribus anordnen. Unter Aufrechterhaltung der Gattungen Heyderia und Biota gliedern sich bei *Eichler*[1]) die Cupressineen in folgender Weise:

Actinostrobinae.
Actinostrobus, Callitris, Fitzroya.

Thuyopsidinae
Thuyopsis, Libocedrus, Heyderia, Thuya, Biota.

Cupressinae.
Cupressus, Chamaecyparis.

Juniperinae.
Juniperus.

Ein Vergleich mit der oben gegebenen Tabelle lehrt, daß eine Übereinstimmung zwischen dieser und dem *Eichler*'schen System nicht gewonnen werden kann. Auch jede andere Art der Gruppierung nach anatomischen Gesichtspunkten würde das gleiche negative Resultat ergeben. Zwar kommen bisweilen morphologisch verwandte Gattungen neben einander zu stehen, aber eine vollständige Übereinstimmung ist nicht zu erzielen. Dem gegenüber muß freilich darauf hingewiesen werden, daß die morphologischen Unterschiede zwischen den Subtribus der Cupressineen nur geringfügig sind.

II. Gliedern sich die Arten innerhalb der Gattungen in natürlicher Weise?

Von den zehn Gattungen der Cupressineen haben nur drei eine weitere morphologische Einteilung in Sektionen erfahren. Die Gattungen Biota, Thuyopsis besitzen jede nur eine Art, Actinostrobus und Fitzroya deren nur zwei. Die Arten von Cupressus, Chamaecyparis

[1]) *A. W. Eichler* in *A. Engler* und *K. Prantl*, l. c. p. 92. ff.

und Libocedrus stehen einander morphologisch so nahe, daß eine Verteilung auf verschiedene Sektionen unmöglich wird. Der Betrachtung der Gattungen Juniperus, Callitris und Thuya, deren Arten morphologisch sich gliedern, sei ein auf anatomischer Grundlage aufgestellter Bestimmungsschlüssel von Cupressus und Chamaecyparis vorausgeschickt.

Cupressus.

A) Stereiden treten auf.
   Cupressus Benthami, C. Goveniana.

B) Stereiden fehlen.
   a) Harzgang länger als ½ mm und gangartig.
      C. Macnabiana, C. torulosa, C. funebris.
   b) Harzgang kürzer als ½ mm, Drüse.
      C. macrocarpa, C. thurifera, C. glauca.

Chamaecyparis.

A) Zweige dorsiventral.
   a) Seitliche Harzgänge fehlen.
      Ch. pisifera.
   b) Seitliche Harzgänge treten auf.
      Ch. nutkaensis.

B) Zweige bilateral.
   a) Seitliche Harzgänge fehlen.
      Ch. Lawsonia, Ch. sphaeroidea.
   b) Seitliche Harzgänge treten auf.
      Ch. obtusa.

Juniperus.

Die anatomische Untersuchung ergibt in Übereinstimmung mit der Morphologie die Trennung der Gattung Juniperus in die drei Sektionen Sabina, Oxycedrus, Caryocedrus. Juniperus drupacea ist der einzige Vertreter der Sektion Caryocedrus. Diese ist anatomisch durch das Auftreten eines sehr starken Bastbelages am Phloemrande charakterisiert. Die Anzahl der Bastfasern steigt bis auf zwanzig, während sie bei allen anderen Juni-

perus-Arten höchstens zwölf erreicht. Dazu tritt ein zweites Moment. Die wurzelförmigen Verdickungen in den Zellen des Tracheidensaumes enden in seitlichen, nach dem Ende zugespitzten Verzweigungen.

Die Sektion Sabina bildet im Gegensatze zu Caryocedrus nur wenige, die Zahl fünf nicht übersteigende Bastzellen am Rande des Phloems aus. Sie sind in einer Querzone auf dem Blattquerschnitt angeordnet. Der Harzgang erreicht ungefähr die halbe Blattlänge und eine große Weite von über 100 μ. Die Cuticula ist durchschnittlich nicht stark entwickelt, ebensowenig wie die hypodermale Bastschicht. Beide werden meist nicht mehr wie 12 μ dick.

Besonders scharf hebt sich die Sektion Oxycedrus von den Sektionen Sabina und Caryocedrus ab. Morphologisch schon getrennt durch die Nadelblätter, welche auch im Alter ihre Form beibehalten, trägt dieser Änderung auch die Anatomie Rechnung. Früher wurde bereits die rundliche Form der Zellen des Zuleitungsgewebes als besonderes Charakteristikum für die Vertreter dieser Sektion angegeben. Dazu tritt noch die Gestalt des Harzganges. Der Sekretbehälter wird lang, mit nur engem Kanal, dessen Weite unter 100 μ liegt. Das ganze Blatt durchzieht er bis zur Insertion, bei J. communis setzt er sich sogar im Zweige fort. Seine Längenausdehnung übertrifft also die des Sekretbehälters der Arten der Sektionen Sabina und Caryocedrus. Die Cuticula und die Zellen der hypodermalen Bastschicht sind durchschnittlich stärker, meist über 15 μ dick entwickelt. Wenn diese Differenzen einen großen Unterschied zwischen der Sektion Sabina und Caryocedrus erweisen, so zeigt die Ausbildung der Anzahl der Bastelemente am Rande des Phloems, daß die Sektion Sabina und Caryocedrus die Extreme darstellen, in deren Mitte Oxycedrus steht. Die erwähnten Zellen treten in den Grenzen von fünf bis zwölf auf und bilden 2 Reihen im Querschnitt. Das Vorangehende läßt sich in folgendem Schlüssel zusammenfassen:

A) Am Rande des Phloems treten weniger als 5 Bastzellen auf.
  a) Steinzellen werden entwickelt.
    J. phoenicea, J. procera, J. macropoda.
  b) Steinzellen fehlen.
    a) Mehr als 3 Bastzellen sind vorhanden.
      J. mexicana, J. chinensis, J. virginiana, J. occidentalis.
    b) 3 oder weniger Bastfasern sind da.
      J. recurva, J. pseudosabina, J. davurica, J. foetidissima, J. thurifera, J. sabina, J. excelsa, J. pachyphlaea.

B) Mehr als 5 Bastzellen in mehreren Querreihen.
  a) Mittelrippe schwach, ohne hypodermalen Bast.
    a) Spaltöffnungsband eingesenkt.
      J. rigida.
    b) Spaltöffnungbsand nicht eingesenkt.
      J. nana, J. communis.
  b) Mittelrippe mit hypodermalem Bast.
    a) Xylemrand mit Bastfasern. J. macrocarpa.
    b) Xylemrand ohne Bastfasern.
      J. cedrus, J. oxycedrus.

C. Mehr als 15 Bastfasern treten auf und bilden eine dicke Scheide. J. drupacea.

Callitris.

Die morphologische Differenzierung der Gattung Callitris in die vier Sektionen ist auf die Blattzahl im Quirl begründet. Mir standen zur Untersuchung nur Vertreter der drei Sektionen Hexaclinis, Pachylepis und Eucallitris zur Verfügung.

Die Sektion Eucallitris mit der einzigen Art Callitris quadrivalvis tritt durch die Ausbildung von Querbalken in den Tracheidensaumzellen in Gegensatz zu allen übrigen Vertretern der Gattung Callitris. Wenn auch die Blätter von Callitris Balansae und C. robusta dieselbe Erscheinung in den Tracheiden des Gefäßbündelsaumes zeigen, so ist sie bei ihnen nur höchst selten, während die zapfen-

artigen Vorsprünge vorherrschen. C. quadrivalvis aber zeigt die ganze Zelle mit Querleisten durchsetzt.

Die australische Sektion Hexaclinis unterscheidet sich von der afrikanischen Pachylepis durch Entwickelung einer Parenchymscheide um Harzgang und Gefäßbündel. Außerdem wird der Harzgang länger und der Innenraum dehnt sich weiter aus. Die Längenausdehnung schwankt in den Grenzen von 1 und 2 mm bei den Arten der Sektion Hexaclinis. Die Vertreter von Pachylepis bilden den Sekretbehälter kürzer als 1 mm aus. Wenn diese Unterschiede auch geringfügig sind, so stehen sie doch im Einklange mit der morphologischen Gliederung der Gattung.

Callitris Macleyana F. v. Muell., der einzige Vertreter der Sektion Octoclinis, lag nicht zur Untersuchung vor.

Die anatomische Gliederung läßt sich in folgendem Schlüssel kurz zusammenfassen:

A) Stereiden treten auf.
C. iuniperoides, C. rhomboidea.

B) Stereiden fehlen.
a) Seitliche Harzgänge fehlen:
C. natalensis, C. robusta.
b) Seitliche Harzgänge treten auf:
C. quadrivalvis, C. Balansae.

Thuya.

Wie früher bereits näher ausgeführt wurde, ist die Gattung Biota als selbständiges Genus von Thuya abzutrennen. Die vier übrig bleibenden Arten verteilt *Beißner*[1]) mit *Bentham und Hooker*[2]) in die beiden Sektionen Euthuya Benth. et Hook. und Macrothuya Benth. et Hook.

Thuya Standishi Carr. und Thuya gigantea Nutt. aus der Sektion Macrothuya weisen größere Harzgänge

---

[1]) *L. Beißner* l. c. p. 9.
[2]) *G. Bentham et J. D. Hooker* l. c. p. 427.

in den Blättern auf. Die Länge übersteigt ½ mm, während die Sektion Euthuya sie meist kleiner zeigt. Außerdem ist die Stärke in der Ausbildung der Cuticula in der Sektion Macrothuya mit 10 μ erheblich größer gegenüber 5 μ bei Euthuya. Dagegen zeigt schon die hypodermale Bastschicht diesen Unterschied nicht, ebenso wie die übrigen Elemente des Blattes gleich gebaut sind. Anatomisch gliedert sich also Thuya wie folgt:

A) Seitliche Harzgänge treten auf.

a) Stereiden sind entwickelt.

Th. Standishi.

b) Stereiden fehlen.

Th. occidentalis, Th. gigantea.

B) Seitliche Harzgänge fehlen.

Th. plicata.

III. Welche Verschiedenheiten bestehen zwischen den Varietäten einer Art untereinander?

Aus den Gattungen Thuya, Chamaecyparis und Juniperus werden in den Gartenanlagen einzelne Arten in Kulturrassen gezogen, die sich durch Wuchs und Farbe der Blätter von einander unterscheiden. Daran knüpft sich die Frage, ob solche Varietäten von dem Typus der Art sich anatomisch unterscheiden lassen. Von vornherein wird man erwarten dürfen, daß Unterschiede, wenn sie überhaupt vorhanden sind, nur innerhalb enger Grenzen liegen.

Aus der Gattung Thuya wurden folgende Varietäten von Thuya occidentalis untersucht: Thuya occidentalis var. aurea Hort., Th. occidentalis var. recurva nana Hort., Th. occidentalis var. Howeyi Hort., Th. occidentalis var. Bodmeri Hort., Th. occidentalis var. Wareana Hort.

Von diesen gleicht var. aurea bis auf die Farbe der Blätter der Stammform. Var. recurva nana ist nur

durch die Dicke der Cuticula von var. aurea und der Stammform verschieden. Die Dicke der Cuticula beträgt 10 μ. Var. Hoveyi zeichnet sich durch den engen Harzgang besonders aus. Die beiden letzten Varietäten var. Bodmeri und var. Wareana entfernen sich am meisten von der Stammform. Sie entbehren fast immer der seitlichen Harzgänge. Von einander lassen sie sich dadurch unterscheiden, daß var. Wareana eine fast doppelt so dicke Cuticula und weiteren Harzgang besitzt. Var. Bodmeri fällt außerdem durch die größeren Spaltöffnungen gegenüber var. Wareana auf.

Aus der Gattung Juniperus wurde die anatomische Variabilität von Juniperus virginiana und Juniperus Sabina studiert.

Von Juniperus virginiana wurden Juniperus virginiana var. Schotti Hort. und Juniperus virginiana var. tripartita Hort. verglichen. Während var. Schotti ganz der Stammform gleicht, zeigt var. tripartita erhebliche Abweichungen. Die Spaltöffnungen erreichen nur 40 μ Länge gegenüber 51 μ bei der Stammform. Außerdem zeigt der Rand des Phloems nur 3 Bastzellen, während die Stammform 4 aufweist. Die Varietät entwickelt seitliche Harzgänge nicht, wohl aber die Stammform, wenn auch nicht sehr oft.

Juniperus sabina var. tamariscifolia Hort. ist durch die um 20 μ längeren Spaltöffnungen und die 3 μ stärkere Cuticula von der Stammform verschieden.

Aus der Gattung Chamaecyparis gelangten Varietäten von Chamaecyparis Lawsonia und Chamaecyparis obtusa zur Untersuchung.

Von Chamaecyparis Lawsonia wurden berücksichtigt: var. robusta nana Hort., var. erecta viridis Hort., var. gigantea Hort., var. pyramidalis alba Hort. Die Unterschiede zwischen ihnen ergibt am besten nachstehende Tabelle:

	Dicke der Cuticula	Länge des Harzganges.
Stammform	5 μ	500 μ
Ch. L. gigantea	15 μ	240 μ
Ch. L. nana robusta . .	6 μ	130 μ
Ch. L. erecta viridis . .	4 μ	120 μ
Ch. L. pyramidalis alba	5 μ	640 μ
Ch. L. aurea.	11 μ	500 μ

Die Variabilität von Chamaecyparis obtusa bewegt sich innerhalb weiterer Grenzen, obwohl nur Chamaecyparis obtusa var. lycopodioides Carr. mit der Stammform verglichen wurde. Die Varietät besitzt gegenüber Chamaecyparis obtusa nur einen Harzgang, während jene meist noch zwei seitliche aufzuweisen hat. Er kann bei var. lycopodioides sogar ganz fehlen. Außerdem sind die Spaltöffnungen der Varietät breiter entwickelt als die der Stammform.

Lebenslauf.

Am 22. Juli 1880 wurde ich, Alfred Prause, katholischer Konfession, als Sohn des Hausbesitzers Paul Prause zu Reichenstein, Kreis Frankenstein, geboren. Ich besuchte das Gymnasium in Patschkau, Kreis Neisse, das ich Ostern 1902 mit dem Reifezeugnis verließ. Zunächst studierte ich zwei Semester in Breslau katholische Theologie, wandte mich aber später dem Studium der Mathematik und Naturwissenschaften, speziell der Botanik, zu. In dieser Zeit hörte ich die Vorlesungen folgender Herren Dozenten:

Abegg, Baumgartner, Brefeld, Frech, Gürich, Herz, Kneser, Kückenthal, Lummer, Landsberg, Meyer, Pax, Pringsheim, Rohde, Rosen, Rosanes, Sachs, Schaefer, Stern, Sturm, Volz, Winkler, Zimmer.

Allen meinen hochverehrten Lehrern fühle ich mich für die Förderung meiner Studien zum Danke verpflichtet.

Besonderen Dank schulde ich Herrn Prof. Dr. Pax für die Anregung zu vorliegender Arbeit, aber auch für das Interesse und das Wohlwollen, das er mir während meiner Studienzeit erwiesen hat.

An dieser Stelle danke ich auch Herrn Dr. Lingelsheim und Herrn Privatdozenten Dr. Winkler für die freundliche Unterstützung durch ihren Rat, die ich stets gefunden habe.